



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

VERONICA ORESTES DIAS

RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA POR MINERAÇÃO DE TALUDE

Palhoça

2017

VERONICA ORESTES DIAS

RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA POR MINERAÇÃO DE TALUDE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientadora: Prof^ª. Silene Rebelo, Msc.

Palhoça

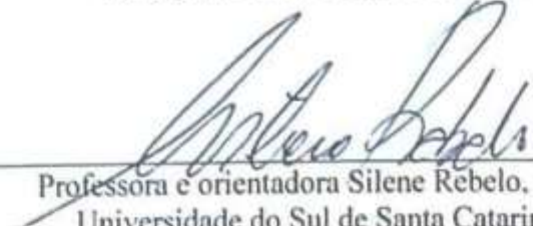
2017

VERONICA ORESTES DIAS

RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA POR MINERAÇÃO DE TALUDE

Esse Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e adequado à obtenção de título de bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade do Sul de Santa Catarina


Palhoça, 13 de Novembro de 2017.



Professora e orientadora Silene Rebelo, Msc.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Professor José Gabriel da Silva, Msc.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Beatriz Wessler, Bach. Ciências Biológicas
Geo Castro Consultoria Ltda.

Dedico esse trabalho a todos que
tiveram ao meu lado durante essa caminhada,
em especial meus pais.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus, que ao longo de minha vida sempre esteve comigo, me guiando durante minha caminhada.

Agradeço aos meus pais que são meus maiores incentivadores, que nunca mediram esforços para que eu e minha irmã buscássemos realizar nossos sonhos. Obrigada por me mostrarem na prática que o que importa nessa vida não são os bens materiais que acumulamos, e sim os valores, princípios e conhecimento que adquirimos no decorrer de dela.

Agradeço a minha irmã, que muitas vezes deixou de lado o papel de irmã mais nova que precisava ser protegida, e assumiu o papel de irmã mais velha. Dando-me coragem nos momentos em que pensei em desistir de tudo, me mostrando que juntas somos capazes de enfrentar qualquer adversidade que a vida impuser.

Agradeço ao meu noivo, que acompanhou boa parte da minha caminhada até aqui, estando sempre ao meu lado, dando apoio necessário para que buscasse me tornar uma boa profissional. E que mesmo nos momentos que não pude estar tão presente, compreendia que era por uma boa causa.

Agradeço a família Geo Castro Consultoria Ltda., em especial na pessoa do Seu Edson e Beatriz, que durante quatro anos me possibilitaram ter um crescimento profissional e viver experiências que levarei para o resto de minha vida.

Agradeço a todos os professores e a instituição que compartilharem seus conhecimentos e experiências com objetivo de nos tornarmos profissionais preparados para o mercado de trabalho. Gostaria de aqui fazer um agradecimento especial ao professor José Gabriel, que foi coordenador do curso durante grande tempo de minha vida acadêmica, e mostrou-se ser além de um grande profissional, um grande ser humano, me dando todo apoio durante o momento mais difícil de minha vida que passei até hoje.

Agradeço aos colegas de cursos, no qual tivemos convivência diária que nos possibilitaram aprender a conviver com as diferenças. Gostaria de agradecer em especial a minha colega Tássia, que desde que entramos na faculdade, tivemos uma parceria incrível que se transformou em uma grande amizade.

Por fim, gostaria de agradecer a professora Silene que tive a oportunidade de ter aulas em vários momentos na faculdade e pôde acompanhar meu crescimento ao longo do curso. E tive a grata surpresa e honra de ser minha orientadora de estágio e agora do TCC. Foi um grande prazer e responsabilidade em tê-la tão próxima nesse momento final de minha formação.

“Me chamem de natureza. Me chamem de mãe. Eu estou aqui a mais de quatro milhões e meio de anos. Na verdade, eu não preciso de vocês. As pessoas precisam de mim. Seu futuro depende de mim. Quando eu prospero, vocês prosperam. Quando padeço, vocês padecem. Estou por aqui a muito tempo. Alimentei espécies maiores do que vocês. Fiz passarem fome, espécies maiores do que vocês. Os meus oceanos, meu solo, meus rios, minhas florestas, todos eles podem acolhê-los ou abandoná-los. Como vocês escolhem viver seu cotidiano, me levando em consideração ou não, realmente não me importa. Suas ações vão determinar o seu destino, não o meu. Eu sou a natureza. Eu vou continuar. Eu estou preparada para evoluir. E vocês estão? A natureza não precisa das pessoas, as pessoas precisam da natureza.” (Conservação Internacional,2016).

RESUMO

O objeto de estudo desse trabalho foi uma área de mineração de talude. Atualmente essa técnicas de mineração é umas das técnicas que mais descaracteriza o ambiente em que ocorre. O presente trabalho apresentou uma proposta de recuperação dessa área degradada através de revegetação, visando a utilização de espécies nativas da região onde a área está inserida. Trata-se de um estudo de caso, na qual foi apoiado em pesquisas em fontes bibliográficas, atos normativos, artigos científicos, documentos técnicos, entre outros. Houve um levantamento das características da região onde a área está inserida, descrição dos impactos ambientais gerados e escolha de técnicas que atendessem o objetivo principal do trabalho. Não foi possível aplicar a mesma técnica em toda área do objeto de estudo, sendo assim ela foi dividida em porções menores de acordo com características de cada uma foram aplicadas as técnicas mais adequadas. Foram utilizadas as técnicas de atenuação natural, utilização de matéria orgânica, princípio da técnica de transposição do solo, hidrossemeadura, semeadura a lanço em pequenas covas de coquetéis de semente, plantio de mudas e técnica do plantio do tempo zero. Apesar da proposta não ter técnicas muito complexas, é uma proposta com um custo mais elevado, pois tem um custo alto para aquisição de mudas e demais materiais, precisam de um tempo maior para sua implantação e de monitoramento constante. Outro impasse é em relação a legislação que é falha, não priorizando a a recuperação da biodiversidade e condições ecológicas do ambiente degradado, já que permite que, em alguns casos, a área minerada seja reabilitada.

Palavras-chave: Mineração por talude. Revegetação. Recuperação Ambiental. Mata Atlântica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma das etapas de extração de mineração.	13
Figura 2 – Diagrama esquemático dos objetivos de recuperação de áreas degradadas.....	17
Figura 3 – Distribuição das formações vegetais presentes na Região Sul do Brasil.	21
Figura 4 – Tabela de Classificação de Sucessão Ecológica adotada pelo Pacto pela Restauração da Mata Atlântica.	22
Figura 5 – Perfil idealizado dos estádios da sucessão na Floresta Ombrófila Densa em Santa Catarina, elaborado por Alfredo Celso Fantini.....	23
Figura 6 – Croqui da área de estudo.	27
Figura 7 – Croqui da área após a mineração.	29
Figura 8 – Croqui da área minerada e área remanescente do local de estudo.	38
Figura 9 – Recorte da área de estudo onde será aplicada a técnica de atenuação natural.	39
Figura 10 – Recorte da área onde será realizada a retirada do solo orgânico.....	40
Figura 11 – Recorte da área onde será aplicada a técnica a hidrossemeadura e a técnica de semeadura a lanço e em pequenas covas de coquetéis de sementes.....	41
Figura 12 – Recorte da área onde será aplicada a técnica de adensamento e a técnica de linhas de preenchimento e linhas de diversidade.	43
Figura 13 – Esquema de aplicação da técnica de plantio de mudas na área de estudo.	43
Figura 14 – Configuração da área após plantio das espécies pioneiras arbóreas, secundárias iniciais, tardias e clímacias.	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	OBJETIVOS	11
1.1.1	Objetivo Geral	11
1.1.2	Objetivos específicos	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	A ATIVIDADE DA MINERAÇÃO E A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL.....	12
2.2	A RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA.....	16
2.3	A REVEGETAÇÃO NA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	20
3	MATERIAIS E MÉTODOS	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
4.1	DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	29
4.2	DIAGNÓSTICO DA ÁREA.....	30
4.2.1	Geologia	30
4.2.2	Geomorfologia	30
4.2.3	Solo	31
4.2.4	Clima	32
4.2.5	Hidrologia	32
4.2.6	Flora	32
4.3	IMPACTOS AMBIENTAIS E MEDIDAS MITIGADORAS	33
4.3.1	Impactos Negativos	34
4.3.1.1	Alterações Topográficas	34
4.3.1.2	Compactação e alteração da qualidade do solo	34
4.3.1.3	Processos Erosivos e Perda de Cobertura Vegetal	35
4.3.1.4	Alteração da qualidade do Ar	35
4.3.1.5	Perda de habitat, perturbação e alteração comportamental da fauna.....	36
4.3.1.6	Perda da Cobertura Florestal	36
4.3.1.7	Emissão de Ruídos	36
4.3.2	Impactos Positivos	37
4.4	REVEGETAÇÃO	37
5	CONCLUSÕES.....	46
5.1	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	47
	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

A mineração é uma das atividades que mais causa perturbações e danos ao ambiente onde ocorre. Muitos desses danos são de difíceis reparos e em alguns casos irreversíveis.

A legislação brasileira prevê que após a atividade minerária, o empreendedor aplique uma recuperação ambiental da área degradada, de forma que minimize as consequências dos impactos negativos causados a mesma.

Mas o grande desafio é convencer os empreendedores a implantar planos de recuperação da área realmente eficazes em relação a recuperação das suas funções ecológicas, já que a legislação vigente permite que se de outras finalidades para área, sem necessariamente a sua revegetação.

O presente trabalho busca apresentar uma proposta de revegetação de uma área minerada por talude, na qual apesar dos danos causados pela mineração, consiga ter uma recuperação eficaz através da utilização de espécies nativas da região onde a área está inserida.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar uma proposta de recuperação de uma área degradada por mineração, através de revegetação, visando a utilização de espécies nativas da região onde a área está inserida.

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar as características biológicas, geológicas e geográficas da área de estudo.
- ✓ Analisar os impactos ambientais causados pela mineração na área de estudo.
- ✓ Propor um plano de revegetação da área de estudo, através de técnicas comumente utilizadas visando a utilização de espécies nativas da região onde a área está inserida.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A ATIVIDADE DA MINERAÇÃO E A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

A palavra mineração vem do latim “*mineralis*”, que quer dizer mineral. Segundo o dicionário Michaelis (2008) “mineração é a exploração ou trabalho de minas; Purificação do minério”. Ainda de acordo com Michaelis (2008):

Mineral: 1. relativo ou pertencente aos minerais; 2. feito de matéria inorgânica. Sm 1. Elemento ou composto químico formado, em geral, por processos inorgânicos, que tem composição química definida e ocorre naturalmente na crosta terrestre. 2. Substância sintética que tem composição química e propriedades físicas do mineral que ocorre naturalmente.

Há várias formas de extração de minérios, as mais conhecidas são: minas subterrâneas, céu aberto, taludamento, pedreiras, poços, lagoas, entre outras. Para a exploração de qualquer minério deve-se passar por etapas como: pesquisa, exploração, lavra e beneficiamento.

A mineração é considerada uma atividade potencialmente causadora de impacto ambiental, por esse motivo é necessário que o empreendedor busque o licenciamento ambiental junto ao órgão competente.

Para a obtenção das licenças é necessário à elaboração de estudos ambientais, onde são apresentados os diagnósticos ambientais da área na sua situação atual, quais os impactos ambientais que a atividade pode gerar e, por fim, a proposição de medidas de controle ambiental e soluções para a recuperação ambiental da área degradada. Além do que, tal atividade está sujeita a um conjunto de regulamentações em relação à mineração e ao meio ambiente, nas três instancias (federal, estadual e municipal).

De forma geral, segundo Farias (2002), os principais problemas causados pela mineração podem ser agrupados em quatro categorias: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora, e subsidência do terreno.

Segundo o art. 176, parágrafos de 1 a 4 da Constituição Federal:

Art. 176. As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.

§ 1º A pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais a que se refere o "caput" deste artigo somente poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras e que tenha sua sede e administração no País, na forma da lei, que estabelecerá as condições específicas quando essas atividades se desenvolverem em faixa de fronteira ou terras indígenas. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 6, de 1995)

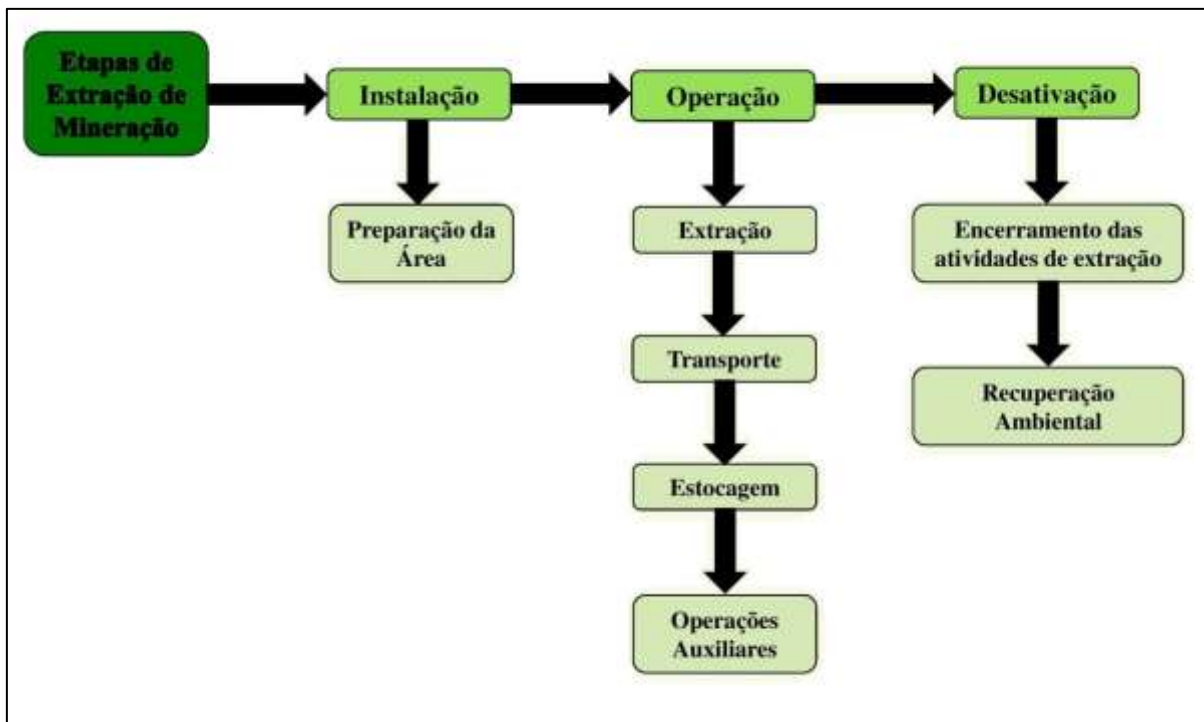
§ 2º - É assegurada participação ao proprietário do solo nos resultados da lavra, na forma e no valor que dispuser a lei.

§ 3º A autorização de pesquisa será sempre por prazo determinado, e as autorizações e concessões previstas neste artigo não poderão ser cedidas ou transferidas, total ou parcialmente, sem prévia anuência do poder concedente.

§ 4º Não dependerá de autorização ou concessão o aproveitamento do potencial de energia renovável de capacidade reduzida.

Para melhor entendimento de todo o processo de extração de mineração, pode-se ser dividido em três fases e em seis etapas conforme o fluxograma abaixo.

Figura 1 – Fluxograma das etapas de extração de mineração.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Na fase de instalação acontece à preparação da área consiste na retirada do recobrimento da vegetação e esse é reservado para recolocação após a atividade de mineração ser encerrada. Isso é de grande valia, pois é nessa camada que se encontra o horizonte A, um facilitador do restabelecimento da vegetação. Denomina-se essa camada de solo como sendo solo orgânico, e a retirada desse material é denominada de capeamento. O material retirado é depositado em uma parte do terreno onde não será lavrada, para posteriormente ser utilizado na recuperação do solo que será degradado pela mineração.

Tanto o material de solo orgânico, quanto todo o material que será rejeitado durante todo o processo de extração é depositado em parte da área que não será minerada e que não seja considerada APP, permanecendo ali até o momento de sua reutilização para recobrimento de área minerada.

Depois da implantação, tem-se a fase da operação onde se pode dividir em quatro etapas: extração, transporte, estocagem e operações auxiliares.

Onde a extração corresponde à retirada do mineral da área minerada. O transporte seria o traslado do minério através de caminhões, onde seu destino será o depósito, ou ponto de transformação em produto ou ainda direto para o consumo, quando o minério não necessita passar por nenhum processo para ser utilizado. A estocagem pode ocorrer próximo ao local da extração, ou em local distinto da mineração, depósito da empresa, por exemplo, onde fique mais próximo ao mercado consumidor. As operações auxiliares seriam a conservação das vias de acesso, aspersão de água para abatimento da poeira, manutenção das máquinas e equipamentos utilizadas no processo de extração, estocagem e transporte. Todas as quatro etapas acontecem de forma simultânea.

A última etapa é a desativação da mineração, onde o objetivo é remover os equipamentos e infraestrutura, limpeza e a realização da recuperação ambiental da área.

A partir do projeto final da lavra é possível fazer uma análise de quais as condições finais da área a ser recuperada. Mas antes é necessário descrever os impactos ambientais da área.

A mineração é uma atividade que gera grande impacto ambiental, e por esse motivo as áreas que são usadas por ela sofrem grande degradação ambiental. Por esse motivo, técnicas de restaurações são muito difíceis de serem aplicadas nessas áreas, pois como há uma grande intervenção, principalmente na topografia da mesma. E por esse motivo, nos seus PRADs opta-se por técnicas de recuperação ambiental.

O impacto ambiental pode ser entendido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por atividades que afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais, conforme artigo 1º da resolução nº 001/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Um impacto ambiental, quando negativo, pode gerar uma degradação ambiental, o que segundo a Lei da Política Nacional do Meio ambiente, no seu art. 3º, inciso II é a alteração adversa das características do meio ambiente. É muito comum que impacto ambiental seja utilizado como sinônimo de poluição. Sanchez (2013) nos esclarece as características de cada um desses termos.

Tabela 1 – Tabela de comparação dos termos Impacto Ambiental e Poluição.

IMPACTO AMBIENTAL	X	POLUIÇÃO
Benéfico ou Adverso (positivo ou negativo)		Conotação negativa
Várias ações humanas causam significativo impacto ambiental se que estejam fundamentalmente associadas à emissão de poluentes (por exemplo, construção de barragens ou instalação de uma parque eólicos).		Refere-se a matéria ou energia, ou seja, grandezas físicas que podem ser medidas e para as quais pode-se estabelecer padrões (níveis admissíveis de emissão ou de concentração ou intensidade)
Nem todo impacto ambiental tem a poluição como causa.		Toda poluição (ou seja, emissão de matéria ou energia além da capacidade assimilativa do meio) causa impacto ambiental.

Fonte: adaptado de Sanchez (2013)

Depois de sofrer a ação do homem através da mineração a área se torna uma área degradada, ou seja, se torna uma área impossibilitada de voltar a ser da forma como era antes, pois os danos são irreversíveis, e o meio ambiente em questão apresenta baixa resiliência sendo preciso adotar técnicas mais elaboradas para haver alguma recuperação ambiental da mesma, mais próxima da realidade.

Segundo Sánchez (2013), a avaliação de impacto ambiental é o processo de exame das consequências futuras de uma ação presente ou proposta. O autor reflete ainda sobre a avaliação da importância dos impactos, dizendo que a atribuição de um valor qualitativo de importância ou significância de um impacto ambiental está sempre relacionada com o contexto socioambiental onde o empreendimento está inserido.

Segundo a Associação Internacional de Avaliação de Impactos (apud Sánchez, 2013), os objetivos da avaliação de impacto ambiental são: assegurar que as considerações ambientais sejam explicitamente tratadas e incorporadas ao processo decisório; antecipar, evitar, minimizar ou compensar os efeitos negativos relevantes, sejam estes biofísicos, sociais e outros; proteger a produtividade e a capacidade dos sistemas naturais, assim como os processos ecológicos que mantêm suas funções; e promover o desenvolvimento sustentável e otimizar o uso e as oportunidades de gestão de recursos.

O agente causador de degradação ambiental é sempre o ser humano: “processos naturais não degradam ambientes, apenas causam mudanças” (JOHNSON et al., 1997 apud SÁNCHEZ, 2013, p.27).

Para saber se determinado empreendimento irá causar uma degradação ambiental em um ambiente é necessário que se faça um diagnóstico ambiental da área e em seguida a identificação e avaliação dos impactos que este poderá causar. Todo esse processo de diagnóstico, identificação e avaliação de impactos ambientais trazem as informações

necessárias para que após o encerramento das atividades possa se fazer uma recuperação ambiental da área.

No final do processo de avaliação de impactos ambientais é necessário que se desenvolva um plano de ação que tem como foco reduzir a magnitude e/ou a importância dos mesmos. Para Sanchez, essas medidas podem ser de: a mitigação são as que correspondem a ações que visam reduzir ou eliminar impactos; e a compensação são ações no sentido de compensar impactos que não podem ser minimizados.

O monitoramento verifica se as medidas de controle ambiental estão sendo suficientes na redução ou eliminação dos impactos. Tais medidas devem ser constantemente revistas para que se possa avaliar sua eficiência e caso não estejam sendo suficiente sejam redimensionadas ou modificadas. No caso da mineração os principais impactos ambientais são a geração de efluentes, emissões atmosféricas e geração de resíduos.

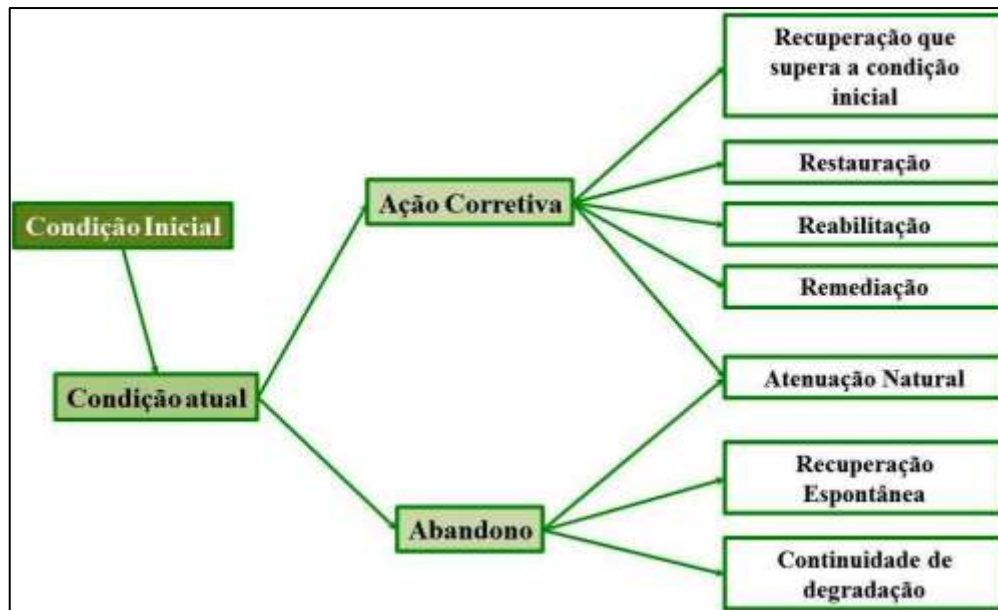
2.2 A RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA

Segundo Sanchez (2013), recuperação ambiental é a aplicação de técnicas de manejo visando tornar um ambiente degradado apto para um novo uso produtivo, desde que sustentável. É necessário destacar que nem sempre numa recuperação ambiental conseguirá que a área em questão volte à condição inicial.

A recuperação ambiental pode ser apresentada com dois tipos de ação: a corretiva que consiste num planejamento e em técnicas de manejo para a recuperação da área, e o outro tipo seria a de abandono da área na qual consiste em deixar a área se recuperar sem ação antrópica.

Na figura 2 podem-se observar quais os tipos de recuperação ambiental para cada ação realizada.

Figura 2 – Diagrama esquemático dos objetivos de recuperação de áreas degradadas.



Fonte: adaptado de Sanchez (2013, p. 44).

Segundo Sanchez (2013), na ação corretiva observa-se que:

- Recuperação que supera a condição inicial: é quando o resultado dessa recuperação supera o que a área era antes, por exemplo, se realizarmos uma mineração em área de pastagens, depois de encerradas as atividades pode-se fazer uma recuperação acompanhada podemos repovoar com vegetação nativa com a finalidade de conservação ambiental;

- Restauração: é quando se realiza um plano de manejo e recuperação e deixa-se a área exatamente igual como era antes.

- Reabilitação: é quando o plano de recuperação da área dá um novo uso ambiental para área podendo inclusive transformar uma área terrestre em aquática, isso acontece muito em áreas de mineração por cavas.

- Remediação: é quando área apresenta alguma contaminação e precisa de ações para conter essa contaminação e/ou reverter essa situação quando possível.

No caso de atenuação natural ela pode ser aplicada tanto na ação corretiva, como em situação de abandono. Ela consiste em não intervir diretamente na área contaminada, deixando a atuação natural agir, um bom exemplo desse tipo de ação é a biodegradação de moléculas orgânicas. Em áreas degradadas ela só é permitida aliada há um programa de monitoramento constante e só se aplica a uma degradação que não seja considerada de grande intensidade.

No caso de abandono da área, além do citado acima existem outros dois tipos de estratégias. O da recuperação espontânea, onde a área degradada é isolada e deixa-se a natureza se recuperar sozinha, sem ação do homem. Ou quando a área não é isolada e é abandonada sem nenhum cuidado, o que pode ocasionar a continuidade da degradação.

O Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, estabelece que todos os empreendimentos de mineração deverão, quando for aprovado o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente (RIMA), submeter a aprovação junto ao órgão ambiental competente um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD). Porém para as substâncias minerais das atividades de pesquisa e extração de areia, argila, saibro e cascalho, outorgadas pela autoridade competente, que são consideradas de interesse social de acordo com o Novo Código Florestal do Brasil (Lei 12.651, de 25 de Maio de 2012), em alguns estados da federação ficam dispensadas da apresentação do EIA, e apresentam apenas um Estudo Ambiental Simplificado (EAS) e o PRAD.

As resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 009 e nº 010, de 6 de dezembro de 1990, tratam sobre as normas específicas para a obtenção de licença ambiental para a extração de minerais, exceto as de emprego imediato na construção civil, e tratam do estabelecimento de critérios específicos para a extração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil, respectivamente.

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a fim de nortear e estabelecer exigências mínimas para elaboração de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas, editou e aprovou a Instrução Normativa (IN) nº 4 de 13 de abril de 2011.

No artigo 1º da Instrução Normativa nº 4 do Ibama, temos o estabelecimento dos procedimentos para elaboração do Prad ou Área Alterada, para fins de cumprimento da legislação ambiental:

§ 1º Os Termos de Referência de que trata o **caput** deste artigo estabelecem diretrizes e orientações técnicas voltadas à apresentação de PRAD e PRAD Simplificado.

§ 2º O PRAD deverá reunir informações, diagnósticos, levantamentos e estudos que permitam a avaliação da degradação ou alteração e a consequente definição de medidas adequadas à recuperação da área, em conformidade com as especificações dos Termos de Referência constantes nos Anexos desta Instrução Normativa.

§ 3º Desde que tecnicamente justificado o PRAD poderá contemplar peculiaridades locais sem necessariamente atender todas as diretrizes e orientações técnicas constantes nos Termos de Referência.

§ 4º A depender das condições da área a ser recuperada e das demais condições apontadas na análise técnica, poderá ser estimulada e conduzida a regeneração natural da vegetação nativa.

§ 5º O IBAMA, em razão da análise técnica a ser realizada nas áreas degradadas ou alteradas, em pequena propriedade rural ou posse rural familiar, conforme definidos em legislação específica, poderá indicar a adoção do Termo de Referência para elaboração de Projeto Simplificado de Recuperação de Área Degradada ou Alterada de Pequena Propriedade Rural ou Posse Rural Familiar, conforme Anexo II desta Instrução Normativa.

§ 6º Para os casos em que o PRAD ou o PRAD Simplificado forem considerados, em razão da análise técnica, como projetos que excedam as necessidades locais para a recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas, poderá ser adotado Termo de Compromisso vinculado a Termo de Referência específico, conforme Anexos IV e V desta Instrução Normativa.

§ 7º Para os médios e grandes imóveis rurais, poderão ser adotados o Termo de Referência para elaboração de PRAD Simplificado ou o Termo de Compromisso referenciados no § 6º, em razão de análise técnica, para as áreas alteradas em tamanho inferior ou igual à pequena propriedade rural ou posse rural familiar.

O Prad deve informar os métodos e técnicas a serem empregados de acordo com as características de cada área, devendo ser utilizadas de forma isolada ou em conjunto, preferencialmente aqueles de eficácia comprovada. É necessário que ele proponha medidas que assegurem a proteção de áreas degradadas ou alteradas de quaisquer fatores que possam dificultar ou impedir o processo de recuperação. Precisa dar atenção especial a proteção de áreas de conservação do solo e dos recursos hídricos e, caso se façam necessárias, técnicas de controle da erosão deverão ser executadas. E por fim apresentar embasamento teórico que contemple as variáveis ambientais e seu funcionamento similar ao dos ecossistemas da região.

Segundo Barbosa (2014), pode-se resumir a metodologia do Prad em quatro etapas: diagnóstico ambiental, planejamento ambiental, implantação e monitoramento.

A etapa de diagnóstico ambiental é a etapa de reconhecimento da área, onde são levantadas as características topográficas, do solo, do clima, do relevo, da geologia, da hidrologia, da fauna e da flora, ou seja, realizar um levantamento geral das características da área.

Tendo em mãos os dados levantados no diagnóstico ambiental, parte-se para a etapa de planejamento ambiental, onde são feitas as tomadas de decisão em relação as técnicas de recuperação da área, cronograma para sua implantação e demais decisões referente ao PRAD.

Na etapa de implantação é onde o plano é colocado em prática no campo, como preparo de solo, construção de canais escoadouros, florestamento e reflorestamento, implantação de pastagens, plantas de cobertura, etc.

Na etapa de monitoramento, verifica-se a eficácia do plano e a adoção de outras medidas para manutenção, como replantio, criação de aceiros e combate de pragas, etc.

No final da execução do Prad é preciso apresentar o Relatório de Avaliação, o qual tem por objetivo demonstrar os resultados das medidas adotadas, permitindo assim a verificação do grau e a efetividade da recuperação da área.

2.3 A REVEGETAÇÃO NA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Para Magnago et al. (2015) no clima úmido do Brasil percebem-se dois grandes domínios florestais: a Mata Atlântica e Floresta Amazônica. A chamada diagonal das formações abertas é responsável por fazer a área de transição entre as duas florestas, nela encontramos as chamadas florestas ribeirinhas, savanas que estão presentes no domínio da Caatinga do Serrado e Pantanal.

Magnago et al. (2015) nos fala que desde o ano 1500, quando o Brasil foi “descoberto” pelos portugueses, é perceptível que as florestas brasileiras, principalmente as de domínio da Mata Atlântica por se encontrar na parte litorânea do Brasil, tem sofrido uma intensa exploração, uso irracional e ocupação desordenada. Dentre os diversos tipos de exploração da Mata Atlântica, podem-se destacar a exploração do pau-brasil (ainda na época da colonização), mineração de ouro e diamantes, criação de gado, plantações de cana-de-açúcar e café, exportações de madeira, industrialização, e mais recentemente plantio de várias culturas, expansão urbana e mineração em geral.

Na época do descobrimento do Brasil a área total que a Mata Atlântica abrangia era de 1.315.460 km², localizada dentro de 17 estados (RS, SC, PR, SP, GO, MS, RJ, MG, ES, BA, AL, SE, PB, PE, RN, CE e PI.). Atualmente restam apenas 8,5% de remanescentes florestais acima de 100 hectares em comparação com a cobertura original. Somados todos os fragmentos de floresta nativa acima de 3 hectares, temos atualmente 12,5% de remanescente. Vivem na Mata Atlântica quase 72% da população brasileira (IBGE 2014). Sendo assim são mais de 145 milhões de habitantes em 3.429 municípios, que corresponde a 61% de todos os municípios do país (FUNDAÇÃO SOS PRÓ-MATA ATLÂNTICA, 2017).

No decreto de nº 6.660 de 21 de novembro de 2008 em seu artigo 1º encontra-se os tipos de formações florestais nativas e ecossistemas da mata Atlântica:

“[...] Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Estacional Decidual; campos de altitude; áreas das formações pioneiras, conhecidas como manguezais, restingas, campos salinos e áreas aluviais; refúgios vegetacionais; áreas de tensão ecológica; brejos interioranos e encaves florestais, representados por disjunções de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila

Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual; áreas de estepe, savana e savana-estépica; e vegetação nativa das ilhas costeiras e oceânicas.”

Figura 3 – Distribuição das formações vegetais presentes na Região Sul do Brasil.



Fonte: Elaborado pelo DAP – MMA /Fonte IBGE 2014 apud Siminski, Reis e Tres (2014).

Para que a revegetação da área seja bem sucedida, é necessário conhecer o processo de sucessão ecológica para que assim se tenha uma maior compreensão do que acontecerá em cada etapa de recuperação da área. Para ODUM (1986) apud Siminski, Reis e Tres (2014) sucessão ecológica é definida como sinônimo de desenvolvimento do ecossistema na estrutura de espécies e processos da comunidade ao longo do tempo. Ainda segundo ele, quando não há interrupção por forças externas, a sucessão é bastante direcional e, portanto previsível.

A sucessão ecológica pode ser dividida em dois grupos: sucessão primária e sucessão secundária.

A sucessão primária ocorre quando na área não tem mais nenhum vestígio dos organismos que ali habitavam. Um exemplo de fácil visualização desse tipo de sucessão é

aquela que ocorre em área que sofreram derramamento de larvas de vulcão, onde as mesmas eliminaram qualquer possibilidade de vida por onde passaram.

Já na sucessão secundária ocorre na área que sofreu alguma perturbação, mas a mesma não terminou com todos os organismos na área. Isso ocorre, por exemplo, em áreas que sofreram inundações temporárias, por exemplo.

Pode-se dividir o processo de sucessão ecológica em quatro estágios: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climáticas. Na tabela na figura 4 visualiza-se o tipo de plantas a serem utilizadas na sucessão ecológica em cada uma de sua etapa, e os objetivos que podem alcançar.

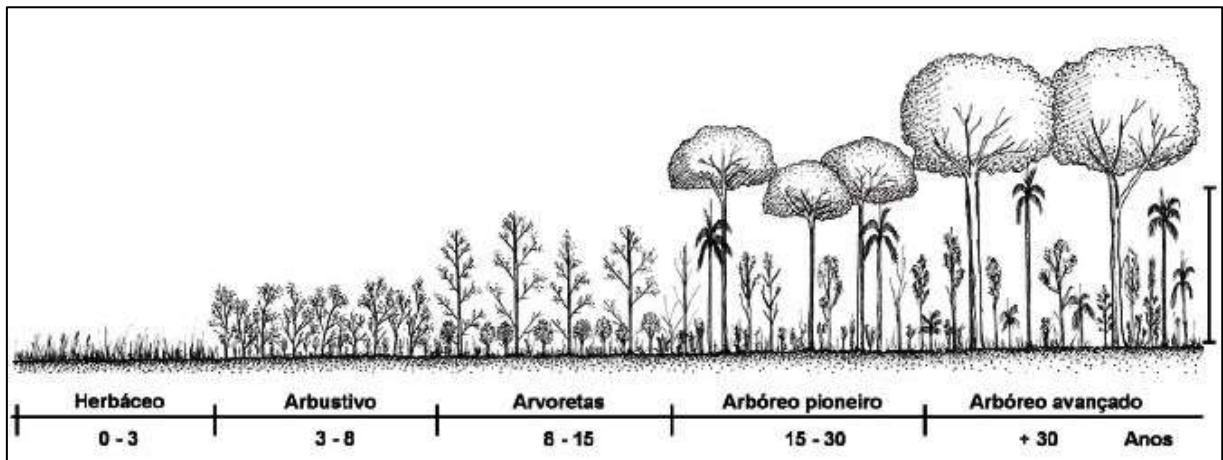
Figura 4 – Tabela de Classificação de Sucessão Ecológica adotada pelo Pacto pela Restauração da Mata Atlântica.

CARACTERÍSTICAS	PIONEIRAS	SECUNDÁRIAS INICIAIS	SECUNDÁRIAS TARDIAS	CLIMÁXICAS
CRESCIMENTO	Muito rápido	Rápido	Médio	Lento ou muito lento
TOLERÂNCIA À SOMBRA	Muito intolerante	Intolerante	Tolerante no estágio juvenil	Tolerante
REGENERAÇÃO	Banco de sementes	Banco de plântulas	Banco de plântulas	Banco de plântulas
FRUTOS E SEMENTES	Pequeno	Médio	Pequeno à médio - sempre leve	Grande e pesado
1ª REPRODUÇÃO (anos)	Prematura (1 a 5)	Prematura (5 a 10)	Relativamente tardia (10 a 20)	Tardia (mais de 20)
TEMPO DE VIDA (anos)	Muito curto (aprox. 10)	Curto (10 a 25)	Longo (25 a 100)	Muito longo (> 20)
OCORRÊNCIA	Capoeiras, bordas de matas, clareiras médias e grandes	Florestas secundárias, bordas de clareiras e clareiras pequenas	Florestas secundárias e primárias, bordas de clareiras e clareiras pequenas, dossel floresta e sub-bosque	Florestas secundárias em estágio avançado de sucessão, florestas primárias, dossel e sub-bosque

Fonte: Pacto da restauração da Mata Atlântica (2009).

A figura 5 apresenta um esquema de como funcionaria a sucessão ecológica na Floresta Ombrófila Densa no Estado de Santa Catarina. De acordo com o autor, os números abaixo do nome dos estádios se referem à idade aproximada do início e do final de cada estágio, desde o início do processo de sucessão. A barra vertical à direita equivale a 10 metros.

Figura 5 – Perfil idealizado dos estádios da sucessão na Floresta Ombrófila Densa em Santa Catarina, elaborado por Alfredo Celso Fantini.



Fonte: apud Siminski, Reis e Tres (2014).

Outro desafio a ser enfrentado na recuperação ambiental de áreas de mineração através de taludamento, é a as grandes declividades presentes nos taludes. Pois isso dificulta o desenvolvimento de algumas espécies, e isso acaba limitando a escolha de espécies para o plantio.

Segundo Araújo, Almeida e Guerra (2014) há um empasse na utilização de espécies nativas e exóticas nos trabalhos de revegetação. De um lado as nativas tem mais facilidade de adaptação ao local e clima, estão disponíveis localmente, o risco de competição entre as espécies são menores, porém no caso de encostas muito íngremes deve haver pouca ou nenhuma espécie que se desenvolva prontamente em tais condições de solo e do local. Por outro lado pode ser possível encontrar espécies exóticas que se adaptem de forma rápida a essas condições, servindo assim como pioneiras ou para cobertura, que modificam bastante o local, de modo que as espécies nativas possam se estabelecer. Porém precisamos tomar cuidado em dois pontos, um relacionado a questão que a espécie exótica pode se desenvolver descontroladamente e assim competir de forma prejudicial com as nativas, e outro ponto pode ser barrada por restrições legais.

Na Resolução nº 05, do Conama de 04 de maio de 1994, define os estágios de regeneração da vegetação, suas características e espécies encontradas em cada um, dentro do bioma da Mata Atlântica.

A vegetação primária é aquela que tem grande diversidade biológica, no qual não sofreu quase ações antrópicas, e quando sofreu essas foram mínimas, de forma que não influenciem de modo considerável as características originais e das espécies que ali habitam.

Observa-se que sua área basal média é superior a 20 m²/ha, e seu DAP (Diâmetro a altura do peito) médio superior a 25 cm e a altura total média é superior a 20m.

A vegetação secundária, chamadas também de em regeneração, são consequência de processos de sucessão, após supressão parcial ou total de vegetação primária, seja por ações antrópicas ou por causas naturais. Em alguns casos pode ser que ajam remanescentes de vegetação primária.

No Quadro 1 é apresentada a divisão dos estágios de regeneração segundo a resolução, e suas características.

Quadro 1 – Divisão dos estágios de regeneração e suas características.

	Estágio Inicial de Regeneração	Estágio Médio de Regeneração	Estágio Avançado de Regeneração
Basal Média	8 m ² /ha	15 m ² /ha	20 m ² /ha
Fisionomia	Herbáceo/arbustiva de porte baixo; altura total média até 4m, com cobertura vegetal variando de fechada e aberta.	Arbórea e arbustiva predominando sobre a herbácea podendo constituir estratos diferenciados; altura total média de até 12 m	Arbórea dominante sobre as demais, formando um dossel fechado e relativamente uniforme no porte, podendo apresentar árvores emergentes; altura total média de até 20 m;
Cobertura, DAP (Diâmetro a altura do peito)	Espécies lenhosas com distribuição diamétrica de pequena amplitude: DAP médio até 8 cm;	Cobertura arbórea variando de aberta a fechada, com ocorrência eventual de indivíduos emergentes; Distribuição diamétrica apresentando amplitude moderada, com predomínio dos pequenos diâmetros: DAP médio de até 15 cm;	Florestas nesse estágio podem apresentar fisionomia semelhante à vegetação primária; Espécies emergentes ocorrendo com diferentes graus de intensidade; Copas superiores horizontalmente amplas; Distribuição diamétrica de grande amplitude: DAP médio de até 25 cm
Características da flora	Epífitas, se existentes, são representadas principalmente por líquens, briófitas e pteridófitas, com baixa diversidade; Trepadeiras, se presentes, são geralmente herbáceas; Serapilheira, quando existente, forma uma camada fina pouco decomposta, contínua ou não; Diversidade biológica variável com poucas espécies arbóreas ou arborescentes, podendo apresentar plântulas de espécies características de outros estágios; Espécies pioneiras abundantes; Ausência de subosque.	Epífitas aparecendo com maior número de indivíduos e espécies em relação ao estágio inicial, sendo mais abundantes na floresta ombrófila; Trepadeiras, quando presentes, são predominantemente lenhosas; Serapilheira presente, variando de espessura, de acordo com as estações do ano e a localização; Diversidade biológica significativa; Subosque presente.	Trepadeiras geralmente lenhosas, sendo mais abundantes e ricas em espécies na floresta estacional; Serapilheira abundante; Diversidade biológica muito grande devido à complexidade estrutural; Estratos herbáceo, arbustivo e um notadamente arbóreo; Subosque normalmente menos expressivo do que no estágio médio; Dependendo da formação florestal pode haver espécies dominantes.
Espécies indicadoras: Floresta Ombrófila Densa	Pteridium aquilium (Samambaia-das-Taperas), e as hemipterófitas Melinis minutiflora (Capim-gordura) e Andropogon bicornis (capim-andaime ou capim-rabo-de-burro) cujas ervas são mais expressivas e invasoras na primeira fase de cobertura dos solos degradados, bem assim as tenófitas Bidei pilosa (picão-preto) e Solidago microglossa (vara-de-foguete), Baccharis elaeagnoides (vassoura) e Baccharis dracunculifolia (Vassoura-braba).	Rapanea Ferruginea (Capororoca), árvore de 7,00 a 15,00 m de altura, associada a Dodonea viscosa (Vassoura-vermelha).	Miconia cinnamomifolia, (Jacatirão -açú), árvore de 15,00 a 20,00 m de altura, formando agrupamentos bastante densos, com copas arredondadas e folhagem verde oliva, sendo seu limite austral a região de Tubarão, Psychotria longipes (Caxeta), Cecropia adenopus (Embaúba), que formarão os primeiros elementos da vegetação secundária, começando a aparecer Euterpe edulis (palmiteiro), Schizolobium parahiba (Guapuruvu), Bathiza meridionalis (Macuqueiro), Piptadenia gonoacantha (paujarcá) e Hieronyma alchorneoides (licurana), Hieronyma alchorneoides (licurana) começa a substituir a Miconia cinnamomifolia (Jacatirão-açu), aparecendo também Alchornea triplinervia (Tanheiro), Nectandra leucothyrsus (Canela-branca), Ocotea catharinensis (Canela-preta), Euterpe-edulis (Palmiteiro), Talauma ovata (Baguaçu), Chrysophyllum viride (Aguai) e Aspidosperma olivaceum (peroba-vermelha), entre outras.

Fonte: Adaptado de CONAMA (1994)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com Gil (2002) pode-se definir pesquisa como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. Já Rudio (1999, apud LEONEL, 2010) afirma que “a pesquisa científica se distingue de qualquer outra modalidade de pesquisa pelo método, pelas técnicas, por estar voltada para a realidade empírica, e pela forma de comunicar o conhecimento obtido”.

Pesquisa pode ser definida como um processo investigativo que procura descobrir as relações existentes entre fenômenos sociais, ou entre sujeitos e objetos previamente delimitados. Para que a pesquisa tenha o mínimo de rigor científico, é preciso que a mesma seja desenvolvida de maneira organizada e sistemática. É através do planejamento da pesquisa que se determina o caminho cursado na investigação do objeto de estudo. Sendo assim, metodologicamente, esta pesquisa é um estudo de caso, calçada em análise bibliográfica e documental. Para Motta e Leonel (2011, p.138), estudo de caso é uma análise profunda e exaustiva de uma unidade-caso, que pode ser um indivíduo, uma família, uma empresa, uma situação, etc.

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) buscou apresentar uma proposta de revegetação de área degradada por mineração, visando a utilização de espécies nativas da região onde a área está inserida., sem a preocupação de buscar técnicas de custo mais baixo.

O estudo foi apoiado em pesquisas em fontes bibliográficas, atos normativos, artigos científicos, documentos técnicos, entre outros. De acordo com Leonel (2011) a realização da pesquisa bibliográfica é fundamental para conhecer e analisar as principais contribuições teóricas sobre um determinado tema ou assunto.

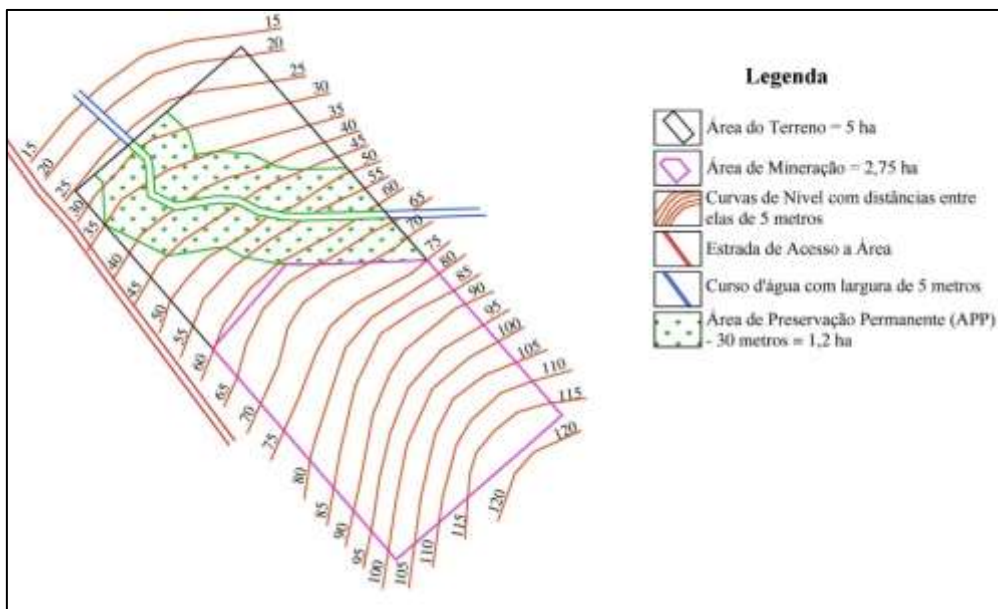
Num primeiro momento foi escolhida uma área aleatória, na qual era propícia para exploração de argila e saibro. O objetivo de escolher a área com essas características é o fato de serem matérias-primas utilizadas na construção civil, uma das atividades de grande potencial econômico e social.

Na área passa um curso da água, o qual tem aproximadamente 5 metros de largura. A cobertura florestal localizada às margens de nascentes, lagos, igarapés e cursos d'água são chamadas de mata ciliar ou ripária (MELO et al., 2012). Essas áreas são protegidas pela lei, sendo assim não podem ser derrubadas. A Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, mais conhecida como o Novo Código Florestal Brasileiro, estabelece no seu inciso I do artigo 4º, que são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP) as faixas marginais de

qualquer curso d'água naturais perenes e intermitentes, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular em largura mínima. Na alínea “a” do mesmo inciso e artigo determina-se que a faixa que é considerada APP para cursos d'água com menos de 10 (dez) metros de largura é de 30 (trinta) metros para cada lado da margem.

Para a determinação da área que foi minerada foi levado em consideração às questões legais referentes à mata ciliar. Sendo assim, foi determinado que apenas 2,75 ha (hectares) seriam minerados e as outras 2,25 ha (hectares), das quais 1,20 ha (hectares) são de APP, não sofreriam exploração. Na figura 6 é apresentado o croqui da área selecionada, com a localização da área total do terreno, a área de APP e a área de mineração.

Figura 6 – Croqui da área de estudo.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Num segundo momento foram analisadas as características da área selecionada como objeto de estudo para a proposição da revegetação. É necessário levantar as características ecológicas predominantes na região, para assim ser possível determinar quais as técnicas e características finais teremos com a revegetação. Buscou-se estas informações em materiais bibliográficos e observações vistas em campo.

Paralelamente foi realizada uma pesquisa na legislação vigente e atos normativos sobre recuperação em áreas da Mata Atlântica buscando quais tipos de vegetação encontraram nesse bioma. Como o foco do presente trabalho foi desenvolver uma proposta de revegetação com o objetivo de recuperar as funções ecológicas da área, se aproximando ao máximo ao bioma predominante na região, a pesquisa foi direcionada para esse objetivo, ignorando as demais opções de recuperações.

Para a determinação de quais técnicas serão aplicadas na revegetação da área, foi realizada uma análise de bibliografias que trazem técnicas e, assim, determinada a melhor a seguir. Foi utilizada a técnica de análise de conteúdos apresentada por Minayo et al.(1999,p.74) que diz que tem duas funções:

[...] Uma se refere à *verificação de hipóteses e/ou questões*. Ou seja, através da análise de conteúdo, podemos encontrar respostas para as questões formuladas e também podemos confirmar ou não as afirmações estabelecidas antes do trabalho de investigação (hipótese). A outra função diz respeito à *descoberta do que está por trás dos conteúdos manifestos*, indo além das aparências do que está sendo comunicado. As duas funções podem, na prática, se completar e podem ser aplicadas a partir de princípios de pesquisa quantitativa ou qualitativa.[...].

A partir desse levantamento de informações, foi elaborada a proposta de revegetação da área, destacando a importância do uso de espécies nativas no plantio das mudas e respeitando o desenvolvimento de cada um em relação ao seu estágio sucessional.

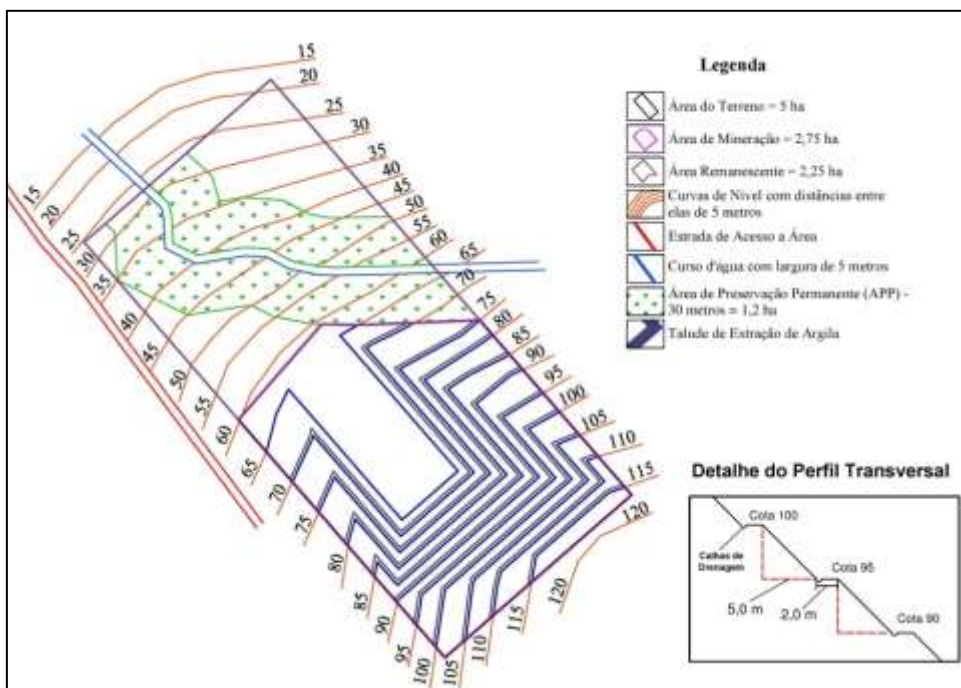
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Como objeto de estudo foi selecionada uma área aleatória de 5 ha (hectares), localizada na área rural, de um pequeno município da grande Florianópolis. Na área ocorreu uma extração de argila para empréstimo e saibro, ambas utilizadas no ramo da construção civil.

A mineração aconteceu da cota 115 a 65, onde começou pela cota mais alta até a mais baixa. A extração foi realizada com a utilização de escavadeiras hidráulicas, e quando a demanda foi maior teve-se o auxílio de carregadeiras para colocar material nos caminhões. Nesse tipo de extração não é necessário o uso de explosivos, e ela acontece com as escavadeiras escavando nas encostas e carregando os caminhões. Os avanços das frentes de lavra são no sentido sudeste noroeste. A figura 7 apresenta um croqui mostrando como a área ficou depois da exploração.

Figura 7 – Croqui da área após a mineração.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

4.2 DIAGNÓSTICO DA ÁREA

4.2.1 Geologia

Nas proximidades da área existem algumas atividades clandestina de extração que acabaram modificando as superfícies. Em outras partes é possível encontrar afloramentos resultantes de retirada de material para o nivelamento do terreno para construção de moradias e para retirada de argilas que são utilizadas no plantio da grama.

De acordo com Santa Catarina (1986) na área do terreno e nas suas proximidades (nas porções mais elevadas) encontramos sedimentos originários da alteração de rochas pertencentes a Suíte Intrusiva Valsungana e nas partes mais baixas, sedimentos quartanários.

4.2.2 Geomorfologia

Segundo Santa Catarina (1986) o terreno encontra-se na Unidade Geomorfológica Planícies Litorâneas na qual corresponde a uma faixa estreita localizada na porção leste do Estado de Santa Catarina junto ao Oceano Atlântico, onde existem praias arenosas e dunas que predominância de ações de processos marinhos e eólicos.

As altitudes médias são de 10 metros, atingindo em alguns terraços mais interiores nas proximidades das montanhas e serras a oeste até altitude de 30 metros de altitude. O contato entre as Planícies Litorâneas e estes relevos elevados ocasiona contrastes altimétricos acentuados.

Os sedimentos siltico-argilosos e as areias finas quartzosas, resultantes da combinação de processos relacionados às dinâmicas fluvial e litorânea, constituem o componente geológico fundamental das Planícies Litorâneas. Os sambaquis, depósitos conchíferos de origem humana, existem ao longo de toda a costa catarinense e sua presença atesta a existência de um nível marinho subatual (holocênico) mais elevado, sendo que sua posição altimétrica fornece indicações sobre as variações eustáticas ocorridas durante este período geológico.

Próximo ao terreno encontra-se a Unidade Geomorfológica Serras do Tabuleiro/Itajaí, onde apresentam gradativamente mais baixas em direção ao litoral, atingindo próximo à linha da costa altitudes inferiores a 100 metros, onde termina através de pontas, penínsulas e ilhas.

Na parte leste os relevos desta unidade geomorfológica estão dispostos em meio as Planícies Litorâneas. Esses relevos antigamente constituíam ilhas, que posteriormente foram ligadas ao continente pela sedimentação marinha. Esta sedimentação também interligou as ilhas formando uma ilha maior, como é o caso da ilha de Santa Catarina.

O terreno está localizado numa região de transição entre o compartimento montanhoso (onde há presença de afloramentos rochosos e encostas com declividades acentuadas) e locais onde há existência de sedimentos de cobertura sedimentares quartanários (ao longo de rios). Sendo assim tem um ponto de relevo mais suave. Apresentam uma espessa camada de um material residual (eluvial) constituído por argilas, siltes, grãos arenosos e resquícios da rocha mãe, originados da alteração “in situ” das rochas que atualmente encontra-se em sub-superfície.

Nas porções superiores dessa camada encontramos um material (coluvial) argilo-arenoso com grânulos de quartzo que foram ali depositados a partir das porções mais altas (comportamento morraria/outeiro) devido a fluxos torrenciais (fluxos pluviais).

4.2.3 Solo

Segundo Santa Catariana (1986) na região a três tipos de solo:

- Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico: apresentam relação silte-argila normalmente baixa, em torno de 0,17 a 0,50, argila com alto grau de flocação, relação Ki no horizonte B situando-se entre 1,8 a 2,1 e teor de ferro (Fe_2 , O_3) na faixa de 5,0 a 13,0.

- Cambissolo álico: em geral são solos profundos, de cores brunadas com matrizes de 5 YR a 10YR, com argila de atividade baixa e tendo sequência de horizontes A, (B) e C

- Cambissolo distrófico e eutrófico: compreendem solos minerais, não hidromórficos, caracterizados pela ocorrência de um horizonte B incipiente, definido pelo baixo gradiente textural, pela media a alta relação silte-argila ou pela presença de minerais primários de fácil decomposição. A cerosidade quando presente nunca passa de fraca e pouca. Normalmente tem sequência de horizontes A, (B) e C, constatando-se variações quanto a profundidade do solum, cor, textura e estrutura.

4.2.4 Clima

No estado de Santa Catarina temos a características do clima subtropical. Suas temperaturas médias anual variam entre 20°C a 13°C ao longo de todo estado (SANTA CATARINA, 1986). Na região da área de estudo temos a temperatura média de 19°C, pois se encontra no litoral centro-sul.

4.2.5 Hidrologia

De acordo com SILVA (2006) a Bacia do Rio Biguaçu, tem uma área de drenagem de 382 km², uma densidade de drenagem de 1,52 km/km² e uma vazão mínima de 2,3 (m³/s), é a terceira em importância, sendo que os Rios Inferninho e Maruim, apesar de independentes, fazem parte da Bacia.

O Rio Principal é o Biguaçu tendo como tributários na margem esquerda, os Rios da Saudade, Três Riachos, Rachadel, Farias e Braço do Norte. Os tributários da margem direita são de menor expressão, tendo com isso um papel secundário no que se relaciona à corrente principal, destacando-se o Rio Louro e o Ribeirão Vermelho. Alguns rios tiveram seus canais alterados por obras de reestruturação, visando eliminar trechos sinuosos que facilitavam as enchentes na região.

O terreno está localizado na Bacia do Rio Biguaçu, no qual abrange o município de Antônio Carlos e grande parte do município de Biguaçu. O rio principal da bacia, denominado como Rio Biguaçu, tem sua nascente na Serra de Congonhas, na porção oeste, a aproximadamente 778 metros de altitude e uma extensão de 37 km.

Segundo Silva (2006) a bacia hidrográfica é um ambiente em constantes modificações quer pelos processos naturais e pelas inserções humanas que alteram o fluxo de matéria e energia do sistema.

4.2.6 Flora

A área do presente estudo está localizada na Floresta Ombrófila Densa. Encontra-se ao longo da costa brasileira, com características nitidamente tropicais na zona extratropical. Em sua maioria caracterizam-se por arvores de grandes extratos, alturas entre 25m a 30m,

perenifoliadas e densamente dispostas. Por estarem localizadas próximas às elevações costeiras, há uma grande umidade relativa do ar e índice geral de umidade de diversos ambientes durante o ano inteiro, isso acontece porque as elevações costeiras onde essas florestas estão localizadas, são barreiras que fazem com que a massa carregadas de umidade subam.

Pode-se ver quão complexa e diversificada é a Floresta Ombrófila Densa na fala de Siminski, Reis e Tres (2014):

“[...] A diversificação ambiental resultante da interação de múltiplos fatores é um importante aspecto desta região fitoecológica, com ponderável influência sobre a dispersão e crescimento da flora e da fauna. Permite o desenvolvimento de várias formações, cada uma com inúmeras comunidades e associações, constituindo complexa e exuberante coleção de formas biológicas. Equivale dizer que a Floresta Ombrófila Densa é a classe de formação mais pujante, heterogênea e complexa do Sul do País, de grande força vegetativa, capaz de produzir naturalmente, de curto a médio prazos, grandes volumes de biomassa.”

4.3 IMPACTOS AMBIENTAIS E MEDIDAS MITIGADORAS

A atividade de mineração gera muitos impactos ambientais, alguns reversíveis, e outros irreversíveis. A identificação desses impactos é de extrema importância para tomada de decisão em relação ao uso futuro da área e a forma que a mesma será recuperada. Sendo assim, é necessário que se faça a avaliação e a caracterização os efeitos desses impactos no meio ambiente.

Com a lavra na área de estudo houve a modificação do ambiente natural, alteração da cobertura vegetal dos taludes da encosta e modificação da topografia do terreno. Sendo assim, ocorreram os impactos ambientais previstos na área da lavra como descaracterização paisagística do local, drenagem, estabilidade da encosta, na qualidade e na permeabilidade do solo.

São necessário que sejam pensadas medidas mitigadoras para a área explorada. Essas medidas podem ser divididas em três grupos, de acordo com o resultado que cada medida pode alcançar. São eles: a minimização quando as ações pretendem diminuir ou suprimir os impactos gerados; a restauração quando o objetivo final é restabelecer os ambientes as condições originais; e a compensação quando não conseguimos minimizar os impactos gerados pela atividade, assim são realizadas ações que visam indenizar esses impactos.

Porém elas por si só não bastam, é necessário que se faça um monitoramento ao longo de todo o processo, tanto na exploração da área, quanto na sua recuperação.

A seguir serão descritos os impactos ambientais gerados pelo processo de extração dos minérios no local de estudo.

4.3.1 Impactos Negativos

4.3.1.1 Alterações Topográficas

A mineração através de talude é uma das atividades minerárias que mais causam alteração na paisagem, pois uma vez que há a extração do material da encosta a mesma tem uma descaracterização da topografia original e a retirada da vegetação, sendo assim no final apresentará uma topografia nova. Não é possível retorna-la no mesmo estado de antes, porém com determinadas técnicas é possível a recuperação da vegetação da mesma.

Para diminuir esses impactos é necessário realizar estudos prévios detalhados antes de se modificar a topografia. Além disso, é preciso que sejam realizados levantamentos topográficos atualizados e acompanhamentos de técnicos responsáveis e, ao final, ocorra um monitoramento do desenvolvimento da revegetação com o objetivo de estabilizar o solo.

4.3.1.2 Compactação e alteração da qualidade do solo

A compactação do solo se dá pela circulação de máquinas e equipamentos pesados periodicamente na área de exploração e redondezas da área. Para minimizar esses impactos deve haver um controle do peso carregado por cada máquina e equipamento de acordo com o que o fabricante indica e ainda ser realizada manutenção periódica dos mesmos, para que esses sempre estejam em perfeitas condições.

Mesmo que as máquinas e equipamentos sejam abastecidos em locais próprios para esse tipo de procedimento, pode ocorrer derramamento de combustível de forma acidental durante o processo de exploração e transporte. Como ações mitigadoras podem ser adotadas a realização de abastecimento e manutenção em locais específicos para esse fim, onde o piso seja impermeável e haja uma caixa coletora de óleo. É de extrema importância que se dê um destino correto para esse óleo coletado e se faça manutenção nas máquinas e equipamentos.

Outro impacto que pode ser causado ao solo é a perda de fertilidade devida à retirada da cobertura vegetal e pela ação da lavra mineral. Para diminuir esse impacto é preciso realizar o manejo correto do solo após a finalização de cada etapa de extração, realizar

a cobertura do solo com o solo retirado no início da extração e realizar a recuperação ambiental da área.

4.3.1.3 Processos Erosivos e Perda de Cobertura Vegetal

Como a cobertura vegetal é retirada para a exploração do minério, o solo acaba ficando mais susceptível as ações de vento, chuva e demais ações climáticas, sendo assim há um aumento da susceptibilidade à erosão do solo. Para diminuir os impactos da erosão se faz necessário a instalação de um sistema de drenagem, com canaletas que coletam a água pluvial direcionando-a para a bacia de decantação. Mas para essas medidas serem bem sucedidas é necessário fazer uma manutenção do sistema de drenagem implantado, tanto nas canaletas, quanto na bacia de decantação. Após o encerramento das atividades, é preciso realizar a recomposição vegetal nas áreas vulneráveis a erosão.

4.3.1.4 Alteração da qualidade do Ar

A poluição do ar é provenientes das descargas do maquinário necessário para o desmonte do minério e caminhões basculantes com uso de combustível do tipo óleo diesel. A geração de poeira e gases causa a poluição do ar.

Na mineração existem duas fontes principais de poluição do ar. São elas: poluição por materiais particulados, que são produzidos em virtude da movimentação de caminhões e máquinas, ação de ventos nas frentes de lavra; e poluentes gasosos como CO, NOx, SOx, geralmente provenientes da combustão de óleos combustíveis.

Este é impacto de efeito negativo, de incidência direta, de caráter local, com incidência imediata e permanente ou até quando for permitida a extração.

A poluição no ar além de poder causar problemas de saúde nos funcionários também podem incomodar a vizinhança do empreendimento. É possível conseguir a diminuição desse impacto realizando manutenção dos equipamentos e máquinas, através da instalação de corredores verdes e, em dias mais secos, umedecer um pouco o solo ajuda na diminuição da propagação da poeira.

4.3.1.5 Perda de habitat, perturbação e alteração comportamental da fauna

A retirada da vegetação acarreta também na perda de habitat, perturbação e alteração comportamental da fauna.

Como ações mitigadoras é preciso resgatar a fauna quando possível, conservar corredores ecológicos para a circulação da fauna e, depois de cessar a lavra, fazer a reinserção de espécies da fauna local. Aliadas as ações é preciso fazer a implantação de técnicas para a atração da fauna local após a finalização da extração e realizar estudos que garantam que as espécies de fauna não estejam se extinguindo da região.

Outra ação impactante é a alteração comportamental da fauna. Isto ocorre devido à retirada do seu habitat aliada ao aumento de ruídos causados pelas máquinas e equipamentos. Para diminuir os impactos é importante que os equipamentos e máquinas estejam de acordo com a legislação. Através da manutenção correta e periódica dos equipamentos e máquinas haverá um melhor controle dos ruídos.

O aumento de tráfego no local aumenta, também, o risco de atropelamento dos animais no local e no entorno de área de lavra. Para diminuir o risco precisam ser colocadas sinalizações avisando sobre os animais e treinamentos para as pessoas envolvidas no processo de exploração, armazenamento e transporte em relação a presença de animais na área e de como evitar o atropelamento dos mesmos.

4.3.1.6 Perda da Cobertura Florestal

A retirada da cobertura vegetal acarreta na perda da biodiversidade, a instabilidade do ecossistema e a perda de abrigo da fauna local. A medida que a mineração ocorre e as áreas exploradas vão sendo finalizadas, é importante que o processo de revegetação seja iniciado, dessa forma há uma diminuição dos impactos causados na área. Na hora de monitorar o processo, é necessário que se promova o manejo das espécies vegetais introduzidas no meio, acompanhar periodicamente o crescimento das espécies e avaliação da técnica aplicada.

4.3.1.7 Emissão de Ruídos

A emissão de ruídos é ocasionada pelas máquinas e equipamentos utilizados no processo de exploração e transporte do minério. Para diminuir os impactos dessa emissão de

ruídos, desviar o fluxo de veículos de transporte para regiões que não afetem as comunidades locais, instalação de muros verdes, disponibilização de EPI's necessários para colaboradores e fiscalizar o uso dos mesmos.

4.3.2 Impactos Positivos

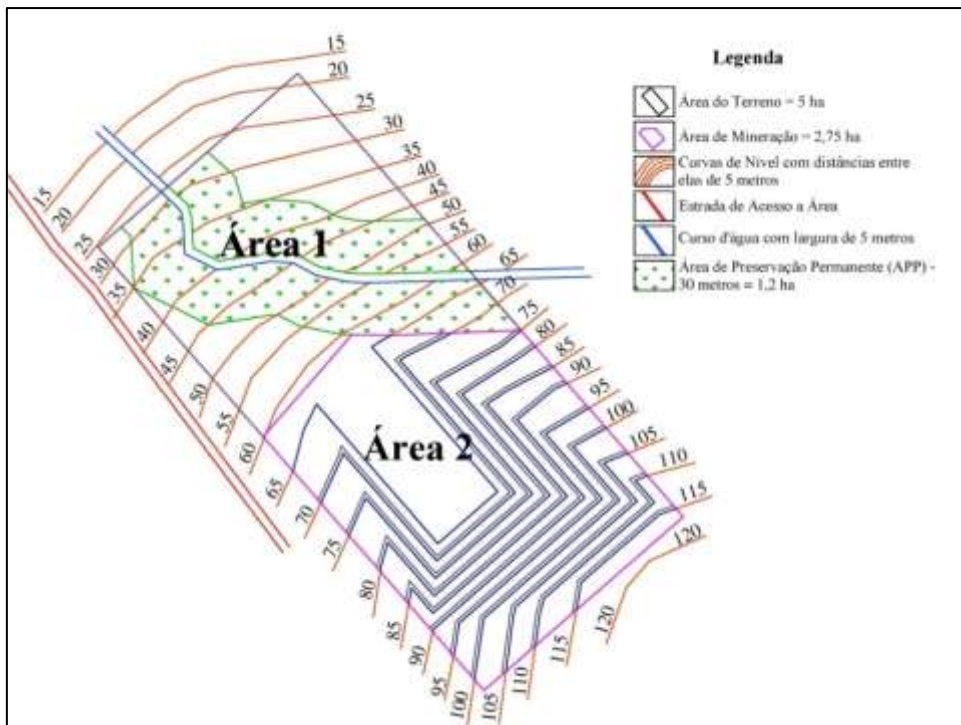
O foco do presente trabalho são os impactos negativos e o que eles causam ao ambiente físico, pois através deles que se pode traçar um plano de recuperação da área degradada. Pelo fato dos impactos positivos da atividade de mineração estarem diretamente ligados as questões socioeconômicas esses impactos será só listados.

- Criação de empregos;
- Aumento na receita dos governos estaduais e principalmente, municipais, em virtude da obtenção, por parte deles, dos impostos referentes a comercialização do minério;
- Após a desativação e finalização da exploração da área, com a revegetação da mesma, será restabelecida as funções ecológicas daquele espaço.
- A revegetação da área proporcionará a rebitação da fauna silvestre que anteriormente foi afastada pela área estar sem cobertura vegetal.

4.4 REVEGETAÇÃO

Nem todo terreno foi utilizado pela mineração. Na área que não foi minerada (Área 1 na Figura 8) encontra-se estágio secundário de regeneração. Diferente na área utilizada para mineração (Área 2 na Figura 8) onde houve a perturbação. Em tal área a vegetação foi retirada e houve alteração da topografia.

Figura 8 – Croqui da área minerada e área remanescente do local de estudo.



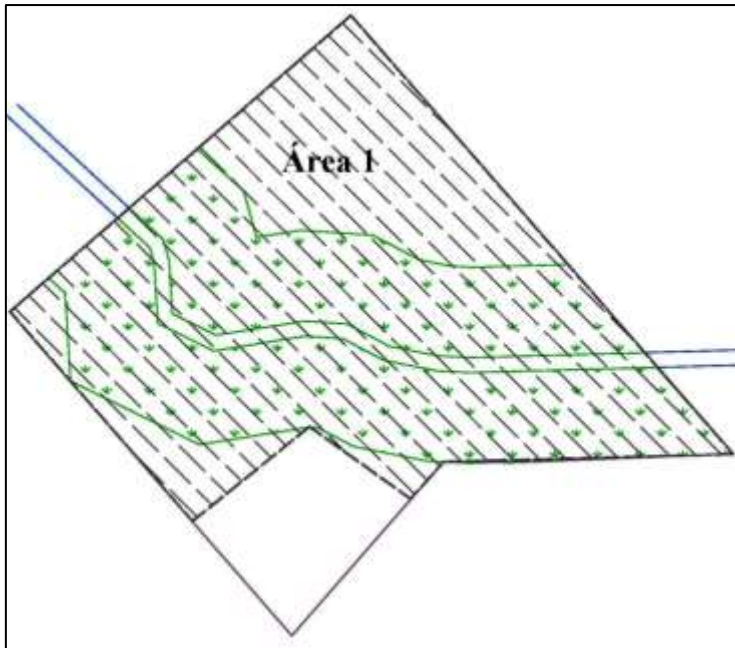
Fonte: Elaborada pela autora (2017).

Por estarem em estágios sucessionais diferentes, para o plano de revegetação precisa-se dividir a área em algumas zonas, nas quais cada uma terá a aplicação de técnicas distintas.

Na área onde se encontra a APP e ao seu redor será aplicada a técnica de atenuação natural a partir de recuperação espontânea. A mesma deverá ser isolada por uma cerca para assim evitar que animais de grande porte e pessoas transitem com frequência na área, o que prejudicaria a recuperação natural da mesma. A cerca foi construída em uma área um pouco mais ampla que a APP e de forma mais reta para facilitar sua implantação, pois há curvas no rio e a APP acompanha as mesmas. A área que não seria minerada já foi cercada antes do começo das atividades minerárias para que a mineração não avançasse sobre a APP. E a mesma será monitorada para que caso haja necessidade, terá intervenção de algumas técnicas para auxiliar sua revegetação até o ponto de sua sucessão ecológica chegar a um estágio maduro.

Na figura 9 a parte hachurada em cinza representa a área cercada. A parte que não foi cercada precisará da mesma atenção que a área minerada, pois ela ao longo do processo de mineração, ela serviu como área de apoio e depósito e sofreu algumas perturbações.

Figura 9 – Recorte da área de estudo onde será aplicada a técnica de atenuação natural.



Fonte: Elaborada pela autora (2017).

Corroborando com Melo et al. (2012) horizontes superficiais que foi retirada e armazenada antes de começar as atividades de mineração, sofrem alterações como oxidações, decomposições orgânicas e perda de algumas características necessárias para a recuperação das funções ecológicas do ecossistema, sendo assim não têm como ser depositada de forma integral na área.

Para Almeida (2000) esta técnica de utilização de matéria orgânica aliada a outros métodos produz bons efeitos, nos quais: promove o controle da erosão, conservação e aumento da capacidade de absorção de água, melhora as qualidades físicas, químicas e reduz a amplitude da temperatura do solo.

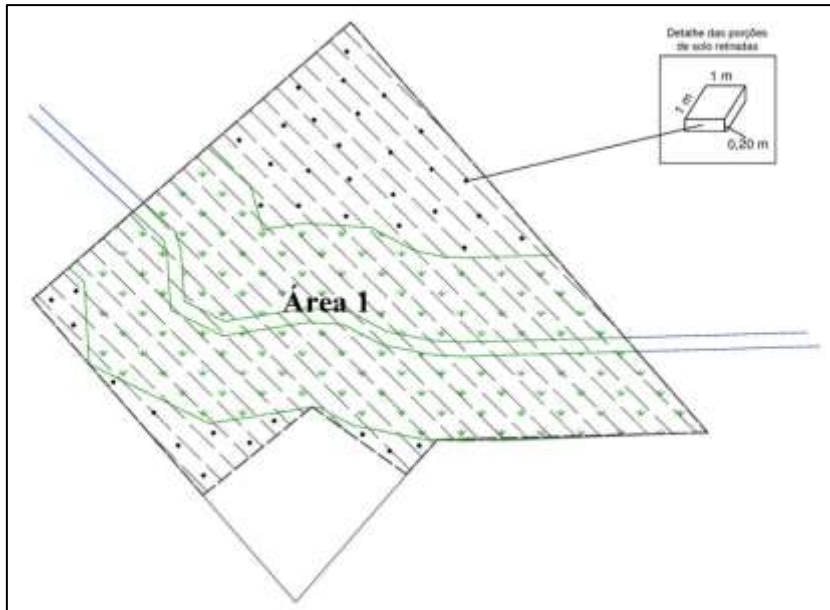
Junto a esse solo será misturadas algumas porções do solo da área cercada, pois o mesmo possui um rico banco de sementes e biota edáfica que podem auxiliar ao longo da sucessão da área, o que para Cavassan (2012) ocasiona a rápida germinação das sementes transportadas e o desenvolvimento de plântulas que conseguiram adaptação às novas condições.

Essa retirada segue o princípio da técnica de transposição de solo, onde a camada superficial do solo (um m² dos primeiros 5 a 10 cm) é retirada da área preservada e transposta nas áreas degradadas com a intenção de recompor o solo (SÃO PAULO, 2011). Porém ao invés de colocar essa camada de forma integral na área da recuperação, essas parcelas serão misturadas ao solo orgânico que foi retirado no início do processo da mineração.

Para diminuir a perturbação da área de onde será retirado esse material orgânico, elas serão retiradas de forma espaçada entre elas, auxiliando assim na cicatrização da mesma.

Na Figura 10 pode ser visualizada a distribuição da retirada do solo. Cada parcela terá cada lado de medindo 1 metro e com uma profundidade de aproximadamente 20 (vinte) centímetros.

Figura 10 – Recorte da área onde será realizada a retirada do solo orgânico.



Fonte: Elaborada pela autora (2017).

Por isto, antes de recolocar o solo orgânico retirado antes da mineração ao longo da área, o mesmo passará por uma análise, onde em função desses resultados será realizada a correção tanto de nutrientes como acidez em função das necessidades da vegetação que será implantada. Isso acaba proporcionando a recolonização de macro e microrganismos.

Após esse processo de correção do solo o mesmo já pode ser espalhado na área que sofreu mais perturbações, pois a mesma não conseguiria receber as técnicas de recuperação por ter seu solo muito degradado, sendo assim não tendo condições de sustentação da vegetação.

Tendo a camada superior do solo recoberta, recomenda-se o uso de sementes de espécies pioneiras nativas para a primeira etapa da revegetação, as quais possuem um crescimento muito rápido (algumas espécies chegam a florescer após 6 (seis) meses de seu plantio), são intolerantes à sombra, possuem uma alta densidade e grande capacidade de adaptação ao ambiente e suas variações. Sendo assim, propõe-se a utilização de espécies da família botânica das gramíneas, também conhecidas como *Poaceae*, e da família *Fabacea*, conhecidas como leguminosas.

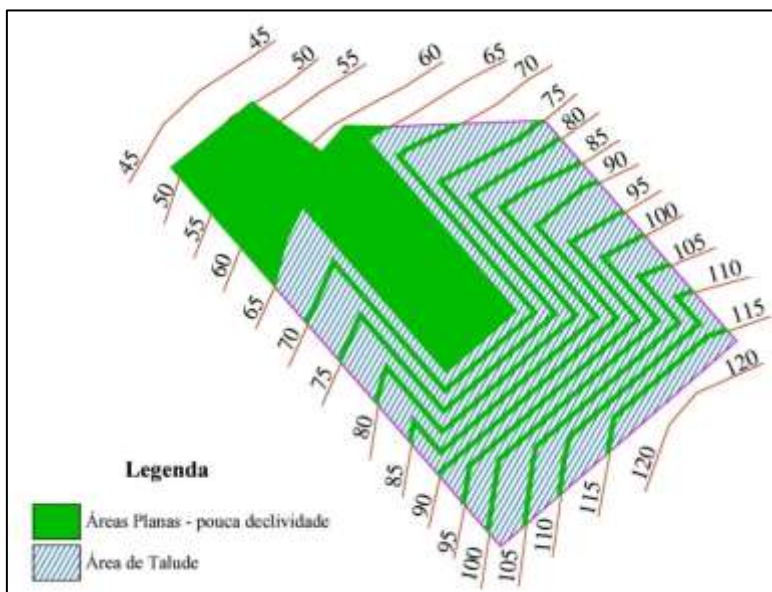
Para o plantio das sementes de gramíneas propõe-se o emprego da técnica de hidrossemeadura em toda área da mineração e na parte da área onde não teve mineração e não foi cercada, pois a mesma serviu de apoio para mineração.

Essa técnica consiste no lançamento de uma mistura composta por semente, água, nutrientes, fertilizantes e cola através do hidrojetamento. Pelo fato de ser lançada através de um sistema de alta pressão, essa mistura forma uma camada de proteção no solo, influenciando o efeito da chuva diminuindo o risco de erosão e proporcionando assim uma maior estabilidade do talude. A técnica de hidrossemeadura será aplicada em todo o terreno, com foco maior nas áreas com declive, pois as mesmas são de difícil acesso.

Para o plantio das espécies de leguminosas sugere-se a técnica de semeadura a lanço e em pequenas covas de coquetéis de sementes. As espécies utilizadas nessa técnica deverão ser leguminosas herbáceas e arbustivas nativas. Conforme Martins (2015), tais plantas promovem uma rápida cobertura do solo, incorporação e manutenção da matéria orgânica e fixação do nitrogênio. Protegem o solo da erosão e melhoram a sua fertilidade, contribuindo para melhorar nas condições do avanço da sucessão nessas áreas. Além do que, podem auxiliar no desenvolvimento de outras espécies arbóreas plantadas, ocupando espaço que poderia ser rapidamente invadido por gramíneas agressivas. Essa técnica será aplicada nas áreas mais planas.

Na figura 11, a parte em que está em verde se refere às partes planas da área e as partes com listras azuis referem-se às partes com declive.

Figura 11 – Recorte da área onde será aplicada a técnica a hidrossemeadura e a técnica de semeadura a lanço e em pequenas covas de coquetéis de sementes.



Fonte: Elaborada pela autora (2017).

O plantio deverá ser monitorado mensalmente no período de seis meses, na qual será verificado e registrado o percentual de germinação das sementes, bem como a eficiência das técnicas aplicadas nela. Esse tempo é necessário para que o solo recupere sua capacidade produtiva, dando condições para a germinação de novas plantas. Nesse período, devido a diversos fatores, pode ser necessário que novas sementes sejam semeadas, a fim de repor aquelas que por algum motivo não germinaram.

No momento em que as gramíneas e leguminosas cumprirem sua função de cobertura do solo e estabilização do terreno, será iniciada a segunda etapa da revegetação com plantio das mudas com espécies pioneiras arbóreas, secundárias iniciais e secundárias tardias.

Nessa primeira etapa serão plantadas as espécies pioneiras arbóreas nativas. Após ser constatada o crescimento e desenvolvimento necessário das pioneiras arbóreas no ambiente que foram inseridas, serão plantadas as mudas das secundárias iniciais nativas. Após o crescimento e desenvolvimento necessário das secundárias iniciais, serão plantadas as mudas das secundárias tardias nativas. Após o crescimento e desenvolvimento necessário das secundárias tardias, serão plantadas as mudas das climácias nativas.

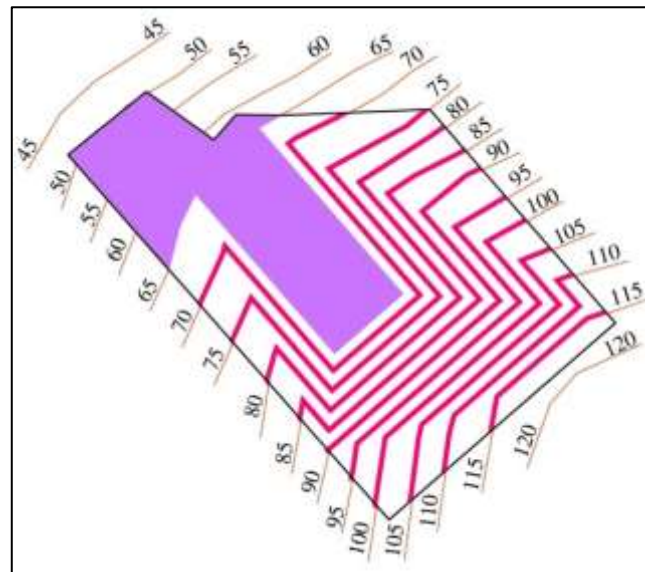
Em todas essas etapas será feito o monitoramento das mudas plantadas, e sempre que necessário haverá a reposição daquelas que não conseguirem se desenvolver por algum motivo.

As mudas serão obtidas pelo empreendedor de acordo a disponibilidade das mesmas em viveiros de espécies nativas existentes na região.

Na área rosa na figura 12 que está localizada entre as cotas 115 até a 70 será aplicada a técnica de plantio de mudas, onde serão utilizadas espécies pioneiras arbóreas, secundárias iniciais e secundárias tardias.

Na área em lilás na figura 12 que está localizada entre as cotas de 65 até 50 será aplicada as técnicas de linhas de preenchimento e linhas de diversidade. Onde as linhas de diversidade intercalaram espécies secundárias tardias e climácias, e as linhas de preenchimento serão de espécies secundárias primárias.

Figura 12 – Recorte da área onde será aplicada a técnica de adensamento e a técnica de linhas de preenchimento e linhas de diversidade.

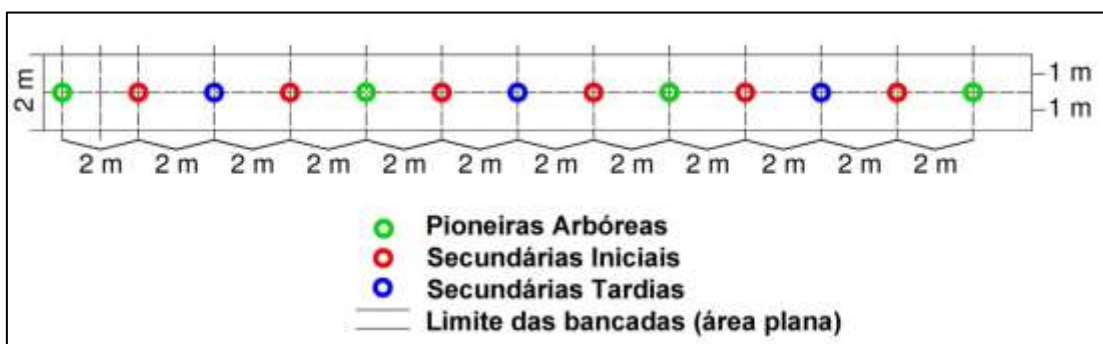


Fonte: Elaborada pela autora (2017).

O grau de dificuldade de plantio de mudas na região dos taludes, devido a sua alta declividade, levou a escolha da técnica de plantio de mudas nas áreas de bancadas para que haja uma maior diversidade biológica no terreno. O espaçamento de 2 x 2 m de plantio das mudas foi determinado de forma a respeitar o desenvolvimento das espécies em cada estágio e haja um número significativo de indivíduos florestais. Com essa quantidade maior de indivíduos tem-se um aumento de produção de sementes que aliada aos seus dispersores (vento, animais, chuva, etc.) auxiliam na sucessão florestal das áreas de talude que se encontram ao redor das áreas de bancada.

A figura 13 demonstra o esquema do plantio das mudas ao longo das bancadas. O espaçamento entre as mudas teve por base o estágio sucessional de cada espécie. As medidas entre elas foram determinadas através da previsão do tamanho das copas das árvores, já que o tamanho das raízes é uma projeção das copas.

Figura 13 – Esquema de aplicação da técnica de plantio de mudas na área de estudo.



Fonte: Elaborada pela autora (2017).

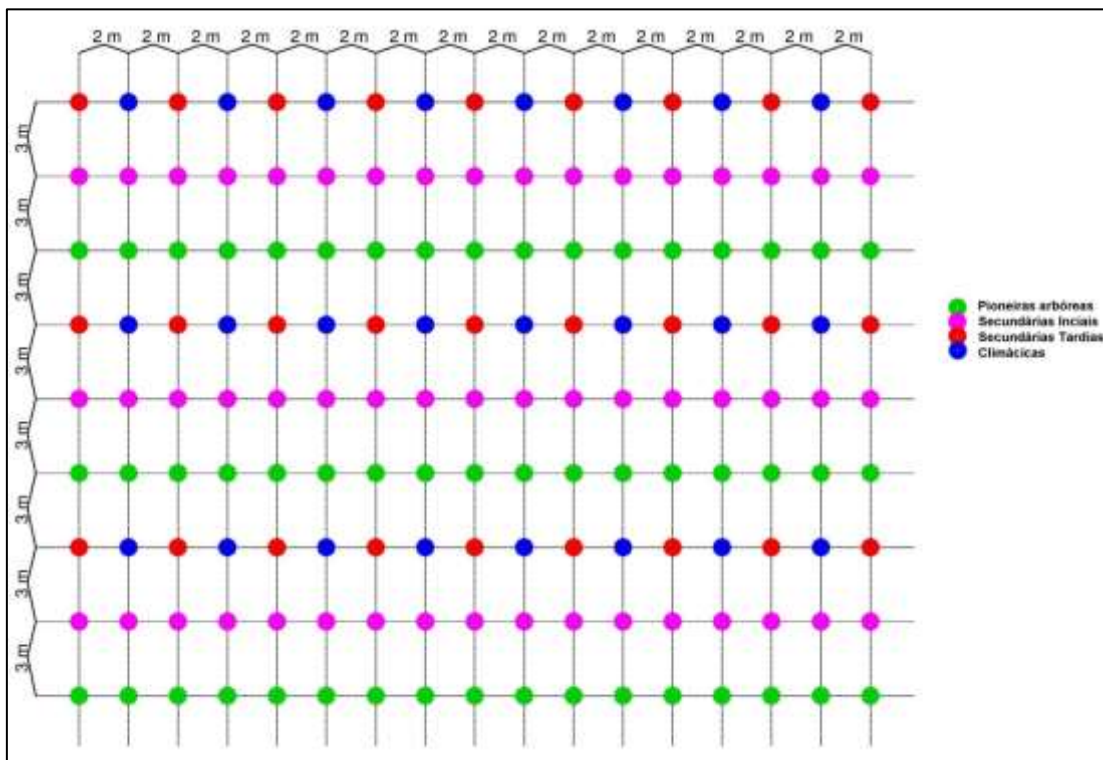
A técnica de linhas de preenchimento e linhas de diversidade deverá ser aplicada na área localizada da cota de 65 m até 50 m. Conforme Cavassan (2015) utilizam espaçamento de três metros entre as linhas e dois metros entre as plantas, tal disposição permite a mecanização e é suficiente para manter a densidade arbórea observada em matas naturais.

A aplicação dessa técnica será baseada no que nos diz o Pacto pela restauração da Mata Atlântica – Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal:

“(…) O plantio no tempo zero é realizado em linhas e com o espaçamento 3 x 2 m. Na primeira linha são plantadas indivíduos das espécies dos estádios avançados de sucessão (linhas de diversidade), intercaladas com indivíduos das espécies iniciais da sucessão (linhas de preenchimento), visando o sombreamento rápido e boa cobertura da área (na lateral e na própria linha). Sendo assim, na segunda linha são plantadas espécies do estágio sucessional inicial (linha de preenchimento), imprescindíveis para o sombreamento da primeira linha e da terceira, que são constituídas por espécies de estádios intermediários da sucessão (linha diversidade). Na quarta linha são plantadas novamente linhas de espécies da sucessão inicial, para o sombreamento da terceira e da quinta linha, que são constituídas de espécies finais da sucessão.(…)” (Rodrigues; Brancalion; Isernhagen, 2009)

Na figura 14, pode-se observar de que forma as espécies serão distribuídas.

Figura 14 – Configuração da área após plantio das espécies pioneiras arbóreas, secundárias iniciais, tardias e climácicas.



Fonte: Elaborada pela autora (2017).

As secundárias iniciais serão plantadas nesse primeiro momento devido ao fato de ter um crescimento rápido, ter uma boa convivência com as pioneiras nas fases iniciais da sucessão florestal e produzem uma boa quantidade de sementes. As secundárias tardias serão

plantadas seis meses após o plantio das secundárias iniciais, pois necessitam de sombra para seu desenvolvimento. E as espécies climácias serão plantadas após um ano do plantio das secundárias tardias, pois nesse período a sucessão ecológica da área já estaria num estágio mais avançado, proporcionando um ambiente mais favorável para seu desenvolvimento,

Foram escolhidas essas técnicas para essa etapa, porque se consegue ter um maior controle da distribuição das espécies na área. Isso acontece porque foi pré-definido o local onde a mesma será plantada. Essas mudas deverão ser plantadas nas áreas onde não há grande declividade.

Durante todo o processo da recuperação ambiental da área, haverá um monitoramento do andamento do plano e também para controlar o surgimento de espécies invasoras.

As espécies escolhidas para esse plano de revegetação em todos os seus estágios sucessionais deverão ser nativas do bioma da Mata Atlântica, seguindo as orientações da Resolução do Conama nº 5 de 04 de maio de 1994 e disponibilidade nos viveiros.

Após a consolidação desse plano de recuperação ambiental, teremos como produto final uma área coberta com vegetação nativa do bioma da Mata Atlântica.

5 CONCLUSÕES

De acordo com trabalho realizado as características levantadas na área são:

✓ **Biológicas:** encontra-se no bioma da Mata Atlântica, na Floresta Ombrófila Densa. Onde suas características são nitidamente tropicais na zona extratropical. Por estarem localizadas próximas às elevações costeiras, há uma grande umidade relativa do ar e índice geral de umidade de diversos ambientes durante o ano inteiro.

✓ **Geológicas:** Nas porções mais elevadas encontramos sedimentos originários da alteração de rochas pertencentes a Suíte Intrusiva Valsungana e nas partes mais baixas, sedimentos quartanários. Localizado em uma área de transição entre o compartimento montanhoso (onde há presença de afloramentos rochosos e encostas com declividades acentuadas) e locais onde há existência de sedimentos de cobertura sedimentares quartanários (ao longo de rios). Na região a três tipos de solo: Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico; Cambissolo álico; e Cambissolo distrófico e eutrófico.

✓ **Geográficas:** Na região da área de estudo temos a temperatura média de 19°C, pois se encontra no litoral centro-sul. O terreno está localizado na Bacia do Rio Biguaçu.

Os impactos ambientais negativos observados na área foram: alterações topográficas, compactação e alteração da qualidade do solo, processos erosivos e perda de cobertura vegetal, alteração da qualidade do ar, perda de habitat, perturbação e alteração comportamental da fauna, perda da cobertura florestal, emissão de ruídos. Apesar de serem citados no trabalho, os impactos ambientais positivos não foram considerados no momento de tomada de decisão, pois os mesmos eram referentes as questões socioeconômicas, de forma que não traziam benefícios ao meio ambiente degradado.

O grande desafio da recuperação de áreas degradadas é desenvolver um plano de recuperação na área visando a utilização de espécies nativas da região onde a área está inserida. Geralmente esses planos têm custos mais altos, pois precisam de um tempo maior para sua implantação e monitoramento constante. Isso do ponto de vista do empreendedor, na maioria das vezes, não é interessante, pois estes querem que seus custos sejam diminuídos, para que seus lucros sejam maiores.

Aliado a essa visão dos empreendedores, tem-se uma legislação falha, onde fala em recuperar a área, porém não especifica técnicas e nem o objetivo final da recuperação. Isto abre uma brecha para que sejam desenvolvidos planos mais simples onde não se priorize a recuperação da biodiversidade e condições ecológicas do ambiente degradado. E em alguns

casos o órgão ambiental autoriza que a área seja reabilitada, ou seja, utilizada para outra finalidade.

Durante o decorrer desse trabalho, verificou-se a dificuldade de encontrar solução para revegetação da parte da área onde há taludes, pois são locais de difícil acesso o que dificulta o monitoramento da área e o conhecimento da real situação da mesma. A solução encontrada foi aplicar a técnica de plantio de mudas com espaçamento de 2 x 2 m nas áreas planas localizadas próximas aos taludes, de forma que aumentasse o número de indivíduos. Após o amadurecimento da vegetação nessas áreas planas, as mesmas servirão de banco de sementes para as áreas de talude.

Apesar de algumas dificuldades encontradas, principalmente em relação aos altos declives existentes na área após a mineração, foi possível desenvolver um plano de revegetação tecnicamente possível. O maior desafio do mesmo será em relação à aceitação dos custos desse plano por parte dos empreendedores. Apesar de se tratar de técnicas não muito complexas, precisa-se um alto investimento em mudas de árvores, sementes, fertilizantes, cercamento de área, maquinários para aplicação das técnicas, funcionários e profissionais habilitados para implantação e monitoramento do mesmo.

Mesmo o trabalho tendo atingido o seu objetivo principal, sabe-se que na prática o mesmo não poderá ser apresentado aos órgãos licenciadores competentes, pois os mesmos não aceitam planos de recuperação ambiental onde os resultados são atingidos a longos prazos.

5.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

- ✓ Plano de recuperação ambiental para áreas mineradas com outras técnicas.
- ✓ Plano de recuperação ambiental para áreas que foram degradadas de outras formas (queimadas, inundações, contaminações de produtos químicos, etc).
- ✓ Plano de recuperação ambiental visando à fauna da região.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Danilo Sette de. **Recuperação Ambiental da Mata Atlântica**. Ilhéus: Editus, 2000.

ARAÚJO, Gustavo Henrique de Sousa; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Gestão Ambiental de Área Degradadas**. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2014.

BARBOSA, Rildo Pereira. **Avaliação de Risco e Impacto Ambiental**. São Paulo: Érica-saraiva, 2014.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe Sobre A Política Nacional do Meio Ambiente, Seus Fins e Mecanismos de Formulação e Aplicação, e Dá Outras Providências**. Brasília, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm>. Acesso em: 22 abr. 2017.

BRASIL. Constituição (2000). Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Vide Decreto Nº 4.519, de 2002 Regulamenta O Art. 225, § 1o, Incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, Institui O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e Dá Outras Providências.** Leis de Crimes Ambientais. Brasil, SC, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: 24 abr. 2017

BRASIL. Constituição (2012). Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Novo Código Florestal Brasileiro**. Brasil, 25 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm>. Acesso em: 01 set. 2016.

CONAMA. Resolução nº 4, de 04 de maio de 2004. **Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de atividades florestais no estado de Santa Catarina**. Brasil, 17 jun. 1994. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/conama_res_cons_1994_004_estgios_sucessionais_de_florestas_sc_202.pdf>. Acesso em: 01 out. 2017.

CONAMA. Constituição (1994). Resolução nº 5, de 04 de maio de 1994. **Biomass – Estágios Sucessionais da Vegetação da Mata Atlântica**. Brasil, 17 jun. 1994. Seção 1, p. 8877-8878. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1994_005.pdf>. Acesso em: 01 out. 2017.

BRASIL. Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008. **Regulamenta Dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de Dezembro de 2006, Que Dispõe Sobre A Utilização e Proteção da Vegetação Nativa do Bioma Mata Atlântica**. Brasil, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm>. Acesso em: 28 set. 2017.

CAVASSAN, Osmar. Restauração de áreas degradadas. In: ROSA, André Henrique; FRACETO, Leonardo Fernandes; MOSCHINI-CARLOS, Viviane. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 283-300.

CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL (Org.). **A natureza está falando**. Disponível em: <<http://www.conservation.org/global/brasil/Pages/anaturezaestafalando.aspx>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

DURIGAN, Giselda; LEX, Vera. Restauração de Ecossistemas no Brasil: Onde estamos e para onde podemos ir? In: MARTINS, Sebastião Venâncio (Ed.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados**. 2. ed. Viçosa: Ufv - Universidade Federal de Viçosa, 2015. p. 42-69.

DURIGAN, G. et al.. NORMAS JURÍDICAS PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: Uma barreira a mais a dificultar o êxito das Iniciativas? **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p.471-485, mar. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622010000300011&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 16 maio 2017.

ESPÍNDOLA, Maria Bazzo de et al. Recuperação ambiental e contaminação biológica: aspectos ecológicos e legais. **Biotemas**, Florianópolis, v. 18, n. 1, p.27-38, out. 2004. Disponível em: <<http://egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/31315-35001-1-PB.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2017.

FUNDAÇÃO SOS PRÓ-MATA ATLÂNTICA (Brasil) (Org.). **Nossa causa**: Florestas Mata Atlântica. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>>. Acesso em: 20 set. 2017.

IBAMA. Instrução Normativa nº 4, de 13 de abril de 2011. **Considerando a necessidade de estabelecer exigências mínimas e nortear a elaboração de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD ou Áreas Alteradas**. Brasil, 14 abr. 2011. Disponível em: <<http://www.ctpconsultoria.com.br/pdf/Instrucao-Normativa-IBAMA-04-de-13-04-2011.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

IBGE (Org.). **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 16 maio 2017.

MAGNAGO, Luiz Fernando Silva et al. Os processos e estágios sucessionais da Mata Atlântica como referência para a restauração florestal. In: MARTINS, Sebastião Venâncio (Ed.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados**. 2. ed. Viçosa: Ufv - Universidade Federal de Viçosa, 2015. p. 69-101.

MARTINS, Sebastião Venâncio; MIRANDA NETO, Aurino; RIBEIRO, Tiago Maciel. Uma abordagem sobre diversidade técnicas de Restauração Ecológica. In: MARTINS, Sebastião Venâncio (Ed.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados**. 2. ed. Viçosa: Ufv - Universidade Federal de Viçosa, 2015. p. 19-41.

MELO, Wanderley José de et al. Manejo de solos degradados por ação antrópica. In: ROSA, André Henrique; FRACETO, Leonardo Fernandes; MOSCHINI-CARLOS, Viviane (Org.). **Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 238-282.

LEONEL, Vilson; MOTTA, Alexandre Medeiros. **Ciência e Pesquisa**: Livro Didático. Palhoça: Unisul Virtual, 2011.

NOFFS, Paulo da Silva; GALLI, Luiz Fernando; GONÇALVES, Jânio Carlos. Recuperação de áreas degradadas da Mata Atlântica. **Série Cadernos da Biosfera**. São Paulo, nº03, p.1-48,

2000. Disponível em: < http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno_03.pdf>. Acesso em: 16 maio 2017.

REIS, Ademir et al. Nucleação: Concepção Biocêntrica para a Restauração Ecológica. **Ciência Florestal**, [s.l.], v. 24, n. 2, p.509-519, 27 jun. 2014. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509814591>. Disponível em: <<https://doaj.org/article/5df39727408d47a69338cbc51ff7162a>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

REIS, Ademir; ZAMBONIN, Renata Martinho; NAKAZONO, Erika Matsuno. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. **Série Cadernos da Biosfera**. São Paulo, nº14, p.1-42,1999. Disponível em: < http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno_14.pdf>. Acesso em: 16 maio 2017.

REIS, Ademir et al. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.28.36, abr. 2003.

RODRIGUES, Ricardo Ribeiro; BRANCALION, Pedro Henrique Santin; ISERNHAGEN, Ingo (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: Lerf - Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal, 2009. Disponível em: <<http://www.pactomataatlantica.org.br/publicacoes>>. Acesso em: 14 set. 2017

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. atual. e ampl. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTA CATARINA. Stella Vieira da Rosa Fernandes. Gaplan - Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral (Comp.). **Atlas de Santa Catarina**. Santa Catarina: Gaplan - Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral, 1986. Disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/mapas/atlas/AtlasVerde.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2017.

SANTOS, Luana Maria dos. **Erosão em taludes de corte - métodos de proteção e estabilização**. 2015. 75 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Guaratinguetá, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/124253/000819172.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 21 out. 2017.

SÃO PAULO. Ademir Reis. Secretaria do Meio Ambiente. **Restauração Ecológica - Sistemas de Nucleação**. São Paulo: Cetesb - Biblioteca, Sp, Brasil, 2011. Disponível em: <<http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Nucleacao.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2017.

SILVA, V. R.. **Geomorfologia da Bacia do Rio Biguaçu no Litoral Central de Santa Catarina**. In: VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6º, 2006, Goiânia. **Artigo**. Goiânia: Internacional Association Of Geomorphologists, 2006. p. 1 - 9. Disponível em: <<http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/sinageo/articles/509.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2017.

SIMINSKI, Alexandre; REIS, Ademir; TRES, Deisy Regina. **Curso - Recuperação de Mata Ciliar**. Florianópolis: Programa de Capacitação em Gestão da Água, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/126272/Recuperacao_de_mata_ciliar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 set. 2017.